

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-065930

(43)Date of publication of application : 06.03.1998

(51)Int.Cl.

H04N 1/60  
G06T 1/00  
G09G 5/00  
G09G 5/02  
H04N 1/46

(21)Application number : 08-237259

(71)Applicant : FUJI XEROX CO LTD

(22)Date of filing : 19.08.1996

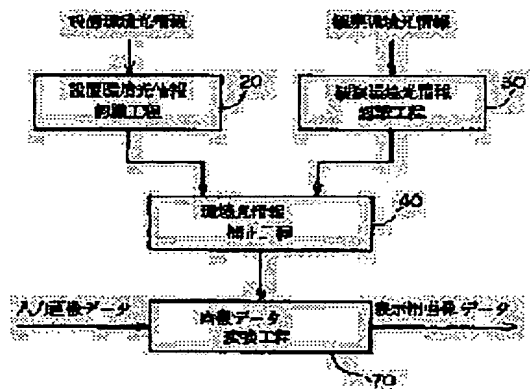
(72)Inventor : MATSUZAKI TOMOYASU  
YAMAUCHI YASUKI  
IKEGAMI HIROAKI

## (54) COLOR IMAGE PROCESSING METHOD AND COLOR IMAGE PROCESSING UNIT

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To simulate observation of a color of a hard copy image on a display device so that a color of a displayed image is in matching with a color of a hard copy image observed actually under an environment estimated for observation even when the environment for the display device to be installed is a general and unlimited lighting condition or the environment for the hard copy estimated for its observation is under any lighting condition.

**SOLUTION:** An equipment environment light recognition process 20 recognizes an installation lighting condition being a lighting condition under the environment where a color display device is installed. An observation environment light information recognition process 30 recognizes an observation lighting condition being a lighting condition under the environment estimated for observation of a color hard copy entered by the user. An environment light information correction process 40 decides a color conversion coefficient based on the installed lighting condition and the observation lighting condition. An image data conversion process 70 converts received image data into display use image data based on the color conversion coefficient from the environment light information correction process 40.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 10.12.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 24.01.2001

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

[JP,10-065930,A]

\* NOTICES \*

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] Before recognition of the installation lighting conditions by the 1st step which recognizes the installation lighting conditions which are characterized by providing the following, and which are lighting conditions in the environment where the color display is installed, and this 1st step, or after. The 2nd step which recognizes the observation lighting conditions which are lighting conditions in the environment predicted to observe color hard copy of having been inputted. The installation lighting conditions recognized by the 1st step of the above. The 3rd step which determines a color transform coefficient based on the observation lighting conditions recognized by the 2nd step of the above. The 4th step which changes input image data into the image data for a display based on the color transform coefficient determined at this 3rd step.

[Claim 2] It is the color picture art characterized by including the color adaptation amendment process that the 3rd step of the above determines the color transform

coefficient on an amendment equal color space for the vanity of a color in the color picture art of a claim 1, and the contrast amendment process of determining the color transform coefficient on an amendment equal color space for contrast.

[Claim 3] In the color picture art of a claim 2 the 3rd step of the above The color

5 transform coefficient determined according to the aforementioned color adaptation amendment process, and the color transform coefficient determined according to the aforementioned contrast amendment process, Conversion to the color transform coefficient of an amendment sake and a color space peculiar to a display is faced the saturation prepared beforehand. The color picture art characterized by obtaining the  
10 color transform coefficient for compounding the color transform coefficient for conversion to a color space peculiar to a display, and changing into a color space peculiar to a display from an equal color space beforehand prepared with the color transform coefficient of an amendment sake in the influence of installation ambient light.

15 [Claim 4] In the color picture art of claims 2 or 3 the aforementioned color adaptation amendment process Were beforehand prepared about various kinds of combination of installation lighting conditions and observation lighting conditions. From two or more data pairs for making in agreement the vanity of the color on the color display under installation lighting conditions, and the vanity of the color on the color hard copy under  
20 observation lighting conditions The color picture art characterized by asking for two or more data pairs corresponding to the observation lighting conditions recognized by the installation lighting conditions recognized by the 1st step of the above, and the 2nd step of the above with interpolation.

[Claim 5] In the color picture art of claims 2 or 3 the aforementioned color adaptation

25 amendment process From the observation lighting conditions recognized by the installation lighting conditions recognized by the 1st step of the above, and the 2nd step of the above The color picture art characterized by calculating two or more data pairs

for making in agreement the vanity of the color on the color display under installation lighting conditions, and the vanity of the color on the color hard copy under observation lighting conditions using a color adaptation model.

[Claim 6] It is the color picture art characterized by determining an amendment color transform coefficient for contrast from the installation lighting conditions that the  
5      aforementioned contrast amendment process has been recognized by the 1st step of the above in the color picture art of claims 2 or 3.

[Claim 7] The color picture processor characterized by providing the following. An image data generation taking-in means to generate or incorporate color picture data. A  
10      recognition means to recognize the installation lighting conditions which are lighting conditions in the environment where the color display is installed. An input means to input the observation lighting conditions which are lighting conditions in the environment predicted to observe color hard copy. A conversion means change the color-picture data which were generated by an amendment amendment means and the  
15      aforementioned image-data generation taking-in means, or were incorporated in the color conversion correspondence coefficient prepared beforehand to the image data for a display by the color conversion correspondence coefficient rectified by the aforementioned amendment means based on the observation lighting conditions were inputted by the installation lighting conditions recognized by the aforementioned  
20      recognition means, and the aforementioned input means.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

25      [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[The technical field to which invention belongs] It is related with the color picture art and color picture processor which are used when this invention performs the quality-of-image adjustment and the check of a picture which are outputted as color hard copy on a color display.

5 [0002]

[Description of the Prior Art] In the field of printing or DTP (desktop publishing), in order to achieve speedup-izing and cost-cut-izing of color proofreading, on a display, the system which performs quality-of-image adjustment and a check of a final output picture, and the so-called soft proof system can be considered, and it is put in practical  
10 use.

[0003] However, fundamentally, a display is installed in the bottom of a certain defined lighting condition, and, as for this soft proof system, the final output picture also assumes being observed under a certain defined lighting conditions conventionally.

[0004] Therefore, a user has to acquire the final output picture of desired quality of  
15 image by performing repetitive adjustment based on a rule of thumb without using a system under the limited installation environment or being based on the picture on a display. Moreover, when observing the hard copy finally outputted under different environment from the environment which the system assumes, desired quality of image is no longer obtained as a result.

20 [0005] on the other hand, the picture which detects the lighting conditions or ambient light (installation lighting conditions or installation ambient light is called hereafter) in the environment where the display is installed, and is outputted on a display — an amendment — things are considered

[0006] the spectrum concretely obtained on the sensor or the outdoor daylight table to  
25 JP,4-255025,A — performing the color correction of the picture outputted on a display based on a spectrum is shown Moreover, doubling the white point on a color display (a white point being called hereafter) with the white point of installation ambient light

automatically and in colorimetry is shown in JP,7-203478,A.

[0007] Taking into consideration the color adaptation effect over the lighting conditions or ambient light (observation lighting conditions or observation ambient light being called hereafter) in the environment predicted to observe hard copy on the other hand is also  
5 considered.

[0008] concrete -- JP,5-216452,A -- a sensor -- the spectrum of observation environment -- a content is measured, the picture section and the non-picture section on a display are changed so that it may be visible to appearance when printed matter is seen under various observation environment, and enabling the preview of printed matter  
10 is shown Moreover, showing JP,7-105375,A the color for adjusting adaptation around a display picture supposing observation environment is shown.

[0009]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, JP,4-255025,A does not show the concrete solution method to the color of the appearance of the picture on a display  
15 changing with installation ambient light. And the hard copy finally outputted is not taking into consideration the case where it is observed in a different observation environment from the assumed observation environment.

[0010] Moreover, like the office where installation ambient light is general, from 4100K to 4300K, even if it doubles the white point on a color display with the white point of  
20 installation ambient light in colorimetry, in the case of the low color temperature of a grade, there is a problem of not being visible to the same color at appearance, and the method of JP,7-203478,A cannot cope with such a problem only by doubling the color on a display with installation ambient light simply, either.

[0011] Moreover, a display is not influenced of installation ambient light, but

25 JP,5-216452,A stands on the premise of being influenced by only the color temperature of the white point on a display, and is not taking into consideration the influence of installation ambient light. Furthermore, although the method of JP,7-105375,A is

performing the cure in the color adaptation effect, since it does not have the mechanism which feeds back installation ambient light, when installation ambient light changes, it cannot respond.

[0012] The soft proof system considered until now can be used despite a join office  
5 only by case to which the installation environment of a display attached the hood at the dark room or the Ming room where it is limited extremely.

[0013] Moreover, as a soft proof system, it is the purpose which makes hard copy original and edits a display picture it not only can simulate the result condition of the color of a hard copy picture on a display, but, and to be able to compare a display  
10 picture and a hard copy picture simultaneously under the installation environment of a display is desired. However, by the method of the former [ reason / above-mentioned ], such a thing was difficult.

[0014] Then, even if this invention has the environment where the display is installed, not under the lighting condition to which specification was restricted but under the  
15 general lighting condition which is not restricted And even if the environment predicted that hard copy is observed is under what lighting condition While being able to simulate the result condition of the color of a hard copy picture on a display so that an impression may be in agreement with the color of the hard copy picture actually observed under the environment predicted to be observed, the color of a display picture  
20 It also enables it to compare a display picture and a hard copy picture simultaneously under the installation environment of a display.

[0015]

[Means for Solving the Problem] Before recognition of the installation lighting conditions by the 1st step which recognizes the installation lighting conditions which are lighting  
25 conditions in the environment where the color display is installed, as a color picture art in this invention, and this 1st step, or in after The 2nd step which recognizes the observation lighting conditions which are lighting conditions in the environment



predicted to observe color hard copy of having been inputted, The 3rd step which determines a color transform coefficient based on the installation lighting conditions recognized by the 1st step of the above, and the observation lighting conditions recognized by the 2nd step of the above, Based on the color transform coefficient

5 determined at this 3rd step, the 4th step which changes input image data into the image data for a display is prepared.

[0016]

[Function] In the color picture art of this invention constituted as mentioned above In the 1st step, the installation ambient light information on a color display is incorporated  
10 and recognized, and it sets to the 2nd step. Based on the installation ambient light information and observation ambient light information which the observation ambient light information on color hard copy has been incorporated and recognized by the input by the user, and have been recognized by these 1st steps and the 2nd step, it sets to the 3rd step. As a color transform coefficient for changing input image data into the  
15 image data for a display The color transform coefficient which suited the installation environment of a color display and suited the observation environment of color hard copy is called for, and input image data is changed into the image data for a display by the color transform coefficient in the 4th step.

[0017] Therefore, even if the environment where the display is installed is under the  
20 general lighting condition which is not restricted Moreover, even if the environment predicted that hard copy is observed is under what lighting condition The vanity of the color of a hard copy picture can be simulated on a display so that the color of a display picture may be made in agreement with the color of the hard copy picture actually observed under the environment predicted to be observed. Moreover, under the  
25 installation environment of a display, even when comparing a display picture and a hard copy picture simultaneously, the impression of both appearance can be doubled.

[0018]

[Embodiments of the Invention]

[1st operation gestalt] Drawing 1 shows an example of a color picture processing system which realizes the color picture art of this invention. This system is equipped with a color display 1, a sensor 2, the input means 3, and the color picture processor 10,  
5 and is constituted.

[0019] A sensor 2 is formed near the color display 1, the lighting conditions of the environment where the color display 1 is installed are detected, and the detection output is incorporated by the color picture processor 10 as installation ambient light information. The lighting conditions which the input means 3 consisted of a keyboard, a  
10 mouse, etc., and a user inputs the lighting conditions of the environment predicted that hard copy is observed, and were inputted from now on are incorporated by the color picture processor 10 as observation ambient light information.

[0020] The color picture processor 10 shall be constituted by the computer and it shall have the image data generation taking-in means 11, the recognition meanses 12 and 13,  
15 the amendment means 14, and the conversion means 15.

[0021] With an image data generation taking-in means, the color picture data as input image data are generated, or the color picture data from an external device 4 are incorporated as input image data. With the recognition means 12, the installation ambient light information from a sensor 2 is incorporated and recognized. With the  
20 recognition means 13, the observation ambient light information from the input means 3 is incorporated and recognized. With the amendment means 14, the color conversion correspondence coefficient prepared beforehand is amended based on the installation ambient light information recognized with the recognition means 12, and the observation ambient light information recognized with the recognition means 13. With the conversion  
25 means 15, with the color conversion correspondence coefficient rectified with the amendment means 14, the input image data from the image data generation taking-in means 11 is changed into the image data for a display, and is sent out to a color display

1.

[0022] The input image data which is generated with the image data generation taking-in means 11, or is incorporated from an external device 4 is expressed by the L\*a\*b\* (below, it is written as "Lab" for convenience) equal color space, and the image data for a display obtained with the conversion means 15 is expressed by the RGB color space peculiar to a color display 1.

[0023] In addition, although drawing 1 shows the state where the installation environment of a color display 1 is illuminated by the lighting light 6 from the lighting means 5, of course, let installation environment of a color display 1 be a dark room.

[0024] The color picture art of this invention performed with the color picture processor 10 consists of the installation ambient light information recognition process 20, the observation ambient light information recognition process 30, an ambient light information amendment process 40, and an image data conversion process 70, as shown in drawing 2 .

[0025] Installation ambient light information is recognized at the installation ambient light information recognition process 20, and observation ambient light information is recognized at the observation ambient light information recognition process 30.

Moreover, at the ambient light information amendment process 40, based on the installation ambient light information recognized at the installation ambient light information recognition process 20, and the observation ambient light information recognized at the observation ambient light information recognition process 30, a color transform coefficient is determined and input image data is changed into the image data for a display by the image data conversion process 70 based on the color transform coefficient determined at the ambient light information amendment process 40.

[0026] As an example, as shown in drawing 3 , the ambient light information amendment process 40 shall consist of a color adaptation amendment process 50 and a contrast amendment process 60, and the image data conversion process 70 shall consist of the

color adaptation conversion process 80, the contrast conversion process 90, the illuminance correspondence conversion process 100, a conversion process 110 for an installation ambient light correspondence display, and a conversion process 120 for a display.

5 [0027] The color-adaptation amendment process 50 determines the color transform coefficient on an amendment equal color space for the vanity of a color based on the installation ambient-light information recognized at the installation ambient-light information recognition process 20, and the observation ambient-light information recognized at the observation ambient-light information recognition process 30, and a  
10 contrast amendment process 60 determines the color transform coefficient on an amendment equal color space for contrast based on the installation ambient-light information recognized at the installation ambient-light information recognition process 20.

[0028] The color adaptation conversion process 80 changes input image data on CIE  
15 1976 Lab color space by the color transform coefficient determined at the color adaptation amendment process 50, and the contrast conversion process 90 changes the image data from the color adaptation conversion process 80 on CIE 1976 Lab color space by the color transform coefficient determined at the contrast amendment process 60.

20 [0029] Moreover, the illuminance correspondence conversion process 100 gives the amendment to the Hunt effect which was prepared beforehand and which mentions saturation later on CIE 1976 Lab color space to the image data from the contrast conversion process 90 by the color transform coefficient of an amendment sake.

[0030] Furthermore, the conversion process 110 for an installation ambient light  
25 correspondence display It corresponds to changing the  $L^*a^*b^*$  image data from the conversion process 110 for an installation ambient light correspondence display into RGB image data peculiar to a display in case the installation environment of a display is

a dark room at the subsequent conversion process 120 for a display. When the actual installation environment of a display is illuminated brightly, an amendment which removes the influence of the reflected light from the tubular surface (display screen) of a display is given to the  $L^*a^*b^*$  image data from the illuminance correspondence conversion process 100.

[0031] The conversion process 120 for a display changes the  $L^*a^*b^*$  image data from the conversion process 110 for an installation ambient light correspondence display into RGB image data peculiar to a display in case the installation environment of a display is a dark room as mentioned above.

[0032] if it goes into the room illuminated by the incandescent lamp from the outdoors here when lessons was taken from color adaptation and it was shown -- beginning -- the indoor whole -- yellow -- although sensed sexy, the same sensibility as the time of looking by the daylight after a while is received White paper is visible to white and it stops for example, sensing the unnaturalness of a color. Human being's eye is adjusted with sufficient convenience of sensitivity as it gets used to lighting light, and this is because there is an operation to which it is going to keep the vanity of a color constant, and is called color adaptation effect.

[0033] Usually, when an observer observes a display in a dark-room environment and the circumference of a display 1 is brightly illuminated by ambient light 6 as shown in drawing 4 (A) although an observer's eye adapts itself to display spontaneous light (white of the picture section or the non-picture section), an observer's eye is influenced of ambient light 6. An observer's eye adapting itself to both of the ambient light 6 of display spontaneous light 1a and the circumference partially, respectively, and adapting oneself in practice at the white point like the middle is known for this state.

[0034] There is also report of 60:40 having come out comparatively and having adapted oneself partially to display spontaneous light 1a and the surrounding lighting light 6 (181 "bibliography N.Katoh, Practical Method for Appearance Match between Soft Copy and

Hard Copy" SPIE Publication, Vol. 2170 and 170- 1994).

[0035] When simulating on a display 1 how a hard copy picture seems to be shown in drawing 4 (A) under the environment observed, the color temperature of display spontaneous light 1a must be changed hardware-wise or in software, and it must double  
5 with the environment where he wants to simulate white color temperature, and you have to rectify so that it may become "the vanity of a color" in the environment. However, in this case, an observer's eye has adapted itself also to the ambient light 6 around a display 1 partially, and must rectify the part.

[0036] Moreover, in order to double with the color of the hard copy picture under the  
10 environment where the color of a display picture is observed, under the environment where the display is installed, a hard copy picture and a display picture may be compared simultaneously. Considering an extreme example, to be shown in drawing 4 (B), a display 1 is installed in the bottom of dark environment, in a special situation which is illuminated with a certain lighting light 9, about 50:50 comes out of an  
15 observer's eye to hard copy 8 and a display 1 comparatively, and hard copy 8 adapts itself partially.

[0037] On the other hand, in the situation that the display 1 is also illuminated with a certain lighting light 6, as shown in drawing 4 (C), since an observer's eye adapts itself partially also to the ambient light 6 at a display 1 side, as for the rate of the adaptation  
20 to ambient light and a display, the direction of ambient light becomes higher a bird clapper as a result.

[0038] In consideration of such a partial color adaptation state, it is necessary to add an amendment beforehand on a display. The color adaptation amendment process 50 performs such an amendment to the 1st.

25 [0039] And in simulating the color of a hard copy picture on a display, it outputs the suitable value according to the rate of adaptation from the information on the white point of both ambient light under the observation environment of hard copy, and

ambient light under the installation environment of a display.

[0040] Moreover, under the installation environment of a display, in comparing simultaneously the color of a hard copy picture, and the color of a display picture, fundamentally, it doubles the white point of a display with the white point of installation ambient light. However, when the color temperature of ambient light is low like about 4300K, the color of a hard copy picture and the color of a display picture do not look the same under the influence of the imperfect adaptation mentioned later.

[0041] Although human being's visual sense tends to adapt itself to the white on a display when observing a display, the color temperature of the ambient light of the circumference of a display becomes imperfect [ color adaptation ] at the time of a low, and although there are individual differences, they can be yellowish and seen. [ of a white color ] Drawing 5 shows the degree of this imperfect adaptation by change of the isochromatic point when doubling the color temperature of a display to the color temperature of installation ambient light. As for imperfect adaptation, the color adaptation of human being's visual system is considered to happen to eye an imperfect hatchet.

[0042] It is necessary to add an amendment beforehand and the color adaptation amendment process 50 performs such an amendment to the 2nd in consideration of such an imperfect color adaptation state.

[0043] Each example in a color adaptation amendment at the color adaptation amendment process 50 and the color adaptation conversion process 80 mentioned later shows the concrete method of color adaptation conversion.

[0044] If the illuminance of a surrounding light is large when observing a display in the bright interior of a room, if lessons is taken from a contrast amendment and it is shown, black-likeness of display original will be lost and the contrast of the whole display will be lost as a result.

[0045] The contrast amendment process 60 copes with such a phenomenon. The

example 1 in a contrast amendment at the contrast amendment process 60 and the contrast conversion process 90 mentioned later shows the concrete method of contrast conversion.

[0046] Furthermore, when lessons is taken from illuminance correspondence conversion and it is shown, and an illuminance is changed and a chromatic color is illuminated, the saturation (KARAFURUNESU) perceived changes according to an illuminance, namely, there is an inclination saturation looks highly in human being's visual sense, so that an illuminance is high. This is called Hunt effect and the illuminance correspondence conversion process 100 is an amendment thing about change of the vanity of the color by the difference in this illuminance.

[0047] Specifically, by the color transform coefficient prepared beforehand, lightness component  $L^*$  of the  $L^*a^*b^*$  image data from the contrast conversion process 90 is its  $C^* = \frac{[(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}}{L^*}$ , when large. -- (1)

It comes out and saturation  $C^*$  expressed is made small.

[0048] In addition, the Stevens effect to which the gray more dark in white of gray bright in a high illuminance is more visible to black when an illuminance changes for the Helson-Judd effect which senses the hue of lighting light for bright gray if a gray scale illuminates with chromatic color light to the change of the vanity of the color by the difference of an illuminance also besides a Hunt effect, and senses [ as opposed to / lighting light / in dark gray ] the hue of the complementary color, and an achromatic color and it illuminates is.

[0049] Although the above-mentioned example is an amendment case about the Hunt effect, it may rectify the Helson-Judd effect and the Stevens effect, or is good as for a method of an amendment in the plurality of these, or all.

[0050] The example 1 mentioned later shows the concrete method of the conversion process 110 for an installation ambient light correspondence display, and the conversion process 120 for a display.



[0051] Drawing 6 shows an example of the routine of the color picture art shown in drawing 3 which the color picture processor 10 shown in drawing 1 performs. By detecting the push event of the start pushbutton by the user, the color picture manipulation routine starts processing, and opens a dialog in Step S1 first, next progresses to Step S2, checks the input of the lighting conditions of the environment by the user predicted that hard copy is observed, i.e., observation ambient light information, and recognizes it. In this case, although a user is made to have the parameter specified partly chosen, he shall specify with xy chromaticity coordinate of CIE1931 here.

[0052] Next, it progresses to Step S3, the installation ambient light information which is the detection output of the sensor 2 shown in drawing 1, i.e., the lighting conditions of the environment where the color display 1 is installed, is incorporated, and this is recognized.

[0053] Next, processing of a color adaptation amendment as shown in each example which progresses to Step S80 and is mentioned later, and color adaptation conversion is performed, processing of a contrast amendment as shown in the example 1 later progressed and mentioned further to Step S90, and contrast conversion is performed, and illuminance correspondence conversion further progressed and mentioned above to Step S100 is processed.

[0054] Next, conversion for an installation ambient light correspondence display as shown in the example 1 which progresses to Step S110 and is mentioned later is processed, it progresses to Step S120 further, conversion for a display is processed, it progresses to Step S130 further, and a picture is displayed on a color display 1 by the image data for a display obtained at Step S120.

[0055] Drawing 7 is the example of another manipulation routine, and when a user specifies time beforehand, points to processing and inputs observation ambient light information, it is the case where processing is automatically started at the specified

time.

[0056] That is, it checks whether if the time specified in this case comes, processing will be started, in Step S1, a dialog is opened first, next it progresses to step S4, and the image processing dealing with ambient light is performed to a user. On the other  
5 hand, a user directs execution, when making the image processing dealing with ambient light perform, and when not making it carry out, he directs cancellation.

[0057] Next, when progressing to Step S5, judging whether processing should be performed from directions of the user and not performing processing with directions of cancellation, processing is ended as it is.

10 [0058] When processing should be performed with directions of execution and the observation ambient light information that it was inputted beforehand has been recognized, it progresses to Step S3, incorporates, the detection output, i.e., the installation ambient light information, on a sensor 2, and this is recognized. Henceforth, it is the same as the example of drawing 6 .

15 [0059] Below, four examples are shown. However, the color adaptation amendment process 50 only differs from the color adaptation conversion process 80, and the examples 1–4 of other processes are the same. Moreover, as an example, it does not restrict to these examples 1–4.

[0060] An example 1 asks for a correction factor with the color adaptation amendment  
20 LUT and the least square method at the color adaptation amendment process 50, and is the case where image data is changed by 3x8 matrix conversion, at the color adaptation conversion process 80.

[0061] An example 2 asks for a correction factor at the color adaptation amendment process 50 using a color adaptation model, and is the case where image data is changed  
25 with 3–dimensional LUT and interpolation, at the color adaptation conversion process 80.

[0062] An example 3 is the case where ask for a correction factor by the color

adaptation amendment LUT, and image data is changed with 3-dimensional LUT and interpolation like an example 2 at the color adaptation conversion process 80 in the color adaptation amendment process 50.

[0063] An example 4 is the case where ask for a correction factor with a color

5 adaptation model and the least square method, and image data is changed by 3x8 matrix conversion like an example 1 at the color adaptation conversion process 80 in the color adaptation amendment process 50.

[0064] [Example 1] In the example 1, as shown in drawing 8 , the color adaptation amendment process 50 consists of a color adaptation amendment book process 51 and

10 a color adaptation transform coefficient calculation process 55.

[0065] The color adaptation amendment LUT is used at the color adaptation amendment book process 51. LUT prepares only the number of the fixed colors. Here, eight colors of the area within a color reproduction on the display under dark-room environment are chosen as 8 point P1-P8 on CIE 1976 Lab color space, as shown in drawing 9 . The parameter xy obtained from the installation ambient light information recognition process 20 and the observation ambient light information recognition process 30 is changed into color temperature, and the color adaptation amendment book process 51 inputs it into this LUT.

[0066] Supposing the color temperature of installation ambient light and the color temperature of observation ambient light are inputted into LUT for white as shown in this drawing (B) of the LUTs from the 1st color as shown in drawing 10 (A) to an octavus color, a suitable white chromaticity will be chosen as it according to it. A interpolation value is computed when the middle value of the value currently prepared for LUT is required.

25 [0067] Selection and calculation of a chromaticity must put emphasis on the amendment which took especially imperfect adaptation into consideration about the simultaneous contrast at it since the influence of imperfect adaptation was large to the

amendment which took the partial adaptation state into consideration about the simulation of the vanity of a color, respectively.

[0068] Similarly, a chromaticity with each suitable color is chosen or computed also about other colors. Such color adaptation amendment LUT is created based on the  
5 statistical data obtained in the isochromatic experiment.

[0069] Next, it asks for the map relation  $f$  between the device-independent value about these eight colors, and the value acquired from the color adaptation amendment LUT in the color adaptation transform coefficient calculation process 55. Here, a 3x8 matrix coefficient is computed so that the color difference with each point may become the  
10 minimum.

[0070] At the color adaptation conversion process 80, input image data is changed according to a 3x8 matrix operation using the coefficient computed at the color adaptation transform coefficient calculation process 55 of the color adaptation amendment process 50.

15 [0071] Drawing 11 shows the manipulation routine of the above-mentioned color adaptation amendment of an example 1, and color adaptation conversion, and sets the number  $n$  of the eight above-mentioned colors to 1 in Step S81 first, next it progresses to Step S82. Choose or compute a chromaticity with the  $n$ -th suitable color from the color adaptation amendment LUT, next it progresses to Step S83. When only 1  
20 increments  $n$ , next it progresses to Step S84, it judges whether  $n$  is larger than 8 and it judges that  $n$  is eight or less, it returns to Step S82 and Steps S82 and S83 are repeated.

[0072] When  $n$  judges that it is larger than 8 at Step S84 next, from the chromaticity data of eight colors for which progressed to Step S85 and it asked by then, a 3x8  
25 matrix coefficient is computed, next it progresses to Step S86, and input image data is changed according to a 3x8 matrix operation using the coefficient computed at Step S85.

[0073] Let the data from the LUT be contrast amendment data at the contrast amendment process 60 using LUT which outputs a gamma value from the parameter Y (Y of the XYZ chromaticity coordinate of CIE1931) obtained from the installation ambient light information recognition process 20.

5 [0074] At the contrast conversion process 90, the gamma value of the gradation curve to lightness component  $L^*$  of the  $L^*a^*b^*$  image data from the color adaptation conversion process 80 is changed based on the contrast amendment data obtained from the contrast amendment process 60.

[0075] Drawing 12 shows the manipulation routine of the above-mentioned contrast amendment of an example 1, and contrast conversion, and sets it to Step S91 first. Choose a gamma value from LUT with the parameter Y from the installation ambient light information recognition process 20, next it progresses to Step S92. The gamma value is changed, next it progresses to Step S93, and the gamma value after the conversion is stored in 3-dimensional LUT, next it progresses to Step S94, and the image data from the color adaptation conversion process 80 is changed with the gamma value from the 3-dimensional LUT.

10  
15

[0076] As mentioned above, at the conversion process 120 for a display It corresponds to changing the  $L^*a^*b^*$  image data from the conversion process 110 for an installation ambient light correspondence display into RGB image data peculiar to a display in case the installation environment of a display is a dark room. When the actual installation environment of a display is brightly illuminated at the conversion process 110 for an installation ambient light correspondence display,  $L^*a^*b^*$  image data is received from the illuminance correspondence conversion process 100. It is what gives an amendment which removes the influence of the reflected light from the tubular surface (display screen) of a display. Therefore, as shown in drawing 13 , after once changing the  $L^*a^*b^*$  image data from the illuminance correspondence conversion process 100 into XYZ chromaticity data, first From the XYZ chromaticity data, the reflected light parts

20  
25

Xambient, Yambient, and Zambient are deducted, and the values XCRT, YCRT, and ZCRT on a display screen in case installation environment is a dark room are calculated.

[0077] The reflected light parts Xambient, Yambient, and Zambient are the values of installation ambient light in case the installation environment of a display is illuminated brightly, and are given from the installation ambient light information recognition process 20.

[0078] Data XCRT, YCRT, and ZCRT are changed into  $L^*a^*b^*$  image data, and further, after changing into value  $L^*CRT$  on a display screen,  $a^*CRT$ , and  $b^*CRT$ , they change  $L^*a^*b^*$  image data into RGB image data peculiar to a display in the conversion process 120 for a display.

[0079] [Example 2] In the example 2, it asks for a correction factor at the color adaptation amendment process 50 using a color adaptation model, and image data is changed with 3-dimensional LUT and interpolation at the color adaptation conversion process 80.

[0080] Therefore, the color data of 729 ( $9 \times 9 \times 9$ ) individual are chosen beforehand. It is desirable to choose so that the color gamut of a display can be covered comprehensively. And it changes into every one of such the color data with a color adaptation model, and suitable correction value is computed. In this case, color data are given as a XYZ chromaticity coordinate of CIE1931. If it is other system of coordinates, it once changes into the XYZ chromaticity coordinate of CIE1931.

[0081] Drawing 14 shows the manipulation routine of a color adaptation amendment of an example 2, and color adaptation conversion, and sets the number  $n$  of the 729 above-mentioned color data to 1 in Step S801 first, next it progresses to Step S802. Choose the  $n$ -th data from the 729 color data, next it progresses to Step S803. The selected color data is changed into the XYZ chromaticity coordinate of CIE1931 as mentioned above, next it progresses to Step S804 and the XYZ chromaticity data is

changed into the cone response value LMS. Next, it progresses to Step S805 and the cone response value LMS is normalized with the cone response value of the white point of a display.

[0082] On the other hand, it asks for the chromaticity of the suitable white point which should be rectified from installation ambient light information and observation ambient light information beforehand. Specifically, as shown in drawing 15 (a flow chart is shown in block for convenience), it sets to Step S281 first the same with having changed 729 color data. Change installation ambient light information and observation ambient light information into the XYZ chromaticity coordinate of CIE1931, respectively, next it progresses to Step S282. After changing the XYZ chromaticity data into the cone response value LMS, in Step S283, an imperfect adaptation amendment is performed to the cone response value LMS, next it progresses to Step S284 and a partial adaptation amendment is performed to cone response value L'M'S' after the imperfect adaptation amendment.

[0083] In the manipulation routine of drawing 14 , it progresses to Step S806 from Step S805, and a color adaptation amendment is performed to the cone response value normalized at Step S805 using the cone response value  $L_w M_w S_w$  computed at Step S284 of drawing 15 in this way, it progresses to Step S807 further, and the cone response value after the color adaptation amendment is changed into the XYZ chromaticity coordinate of CIE1931.

[0084] Then, it progresses to Step S808 and the XYZ chromaticity data is changed into device-independent image data  $L^*a^*b^*$  using white point D50 data.

[0085] Next, when progressed to Step S809, and only 1 increments  $n$ , next it progresses to Step S810, it judges whether  $n$  is larger than 729 and it judges that  $n$  is 729 or less, it returns to Step S802 and Steps S802–S809 are repeated.

[0086] When  $n$  judges that it is larger than 729 at Step S810 next, it progresses to Step S811, and stores in 3-dimensional LUT as shows 729 color data for which it asked by

then to drawing 16 , next it progresses to Step S812, and input image data is changed with the color data from the 3-dimensional LUT.

[0087] When the position on CIE 1976 Lab color space is shown and input image data takes the value between the lattice point, the address of 3-dimensional LUT is regarded  
5 as an internally dividing point of the lattice point, and is given as the load sum of the output value of the lattice point of the eight circumferences.

[0088] In addition, although the Hunt model (bibliography : R.W.HUNT MEASURING COLOUR Second Edition ELLIS HORWOOD) is made reference as a color adaptation model here, you may be other color adaptation models (for example, Nayatani model  
10 (bibliography : Ota \*\* color dynamics, Tokyo Denki University Press) etc.).

[0089] In the [example 3] example 3, it asks for a correction factor by the color adaptation amendment LUT at the color adaptation amendment process 50, and image data is changed with 3-dimensional LUT and interpolation like an example 2 at the color adaptation conversion process 80. However, by the example 1, LUT of 125 (5x5x5)  
15 classification by color is used in the example 3 to using LUT of 8 classification by color as color adaptation amendment LUT.

[0090] Drawing 17 shows the manipulation routine of a color adaptation amendment of an example 3, and color adaptation conversion, it is the same as it of the example 1 shown in drawing 11 except for the point of using LUT of 125 classification by color as  
20 color adaptation amendment LUT as mentioned above, and the future steps S811 and S812 of Steps S81-S84 are the same as it of the example 2 shown in drawing 14 except for the point that color data become 125 pieces.

[0091] In the [example 4] example 4, it asks for a correction factor with a color adaptation model and the least square method at the color adaptation amendment  
25 process 50, and image data is changed by 3x8 matrix conversion like an example 1 at the color adaptation conversion process 80.

[0092] However, the color adaptation model used at the color adaptation amendment



book process 51 of the color adaptation amendment process 50 computes the chromaticity of 8 classification by color in the example 4 to computing the chromaticity of 729 classification by color in an example 2.

[0093] Drawing 18 shows the manipulation routine of a color adaptation amendment of an example 4, and color adaptation conversion, it is the same as it of the example 2 shown in drawing 14 except for the point that a color adaptation model computes the chromaticity of 8 classification by color as mentioned above, and the future steps S85 and S86 of Steps S801–S810 are the same as it of the example 1 shown in drawing 11 .

[0094] As the 1st operation gestalt which carried out [operation gestalt of \*\* 2nd] \*\*\*\*

was shown in drawing 3 , it is the case where the ambient light information amendment process 40 consists of a color adaptation amendment process 50 and a contrast amendment process 60, and the image data conversion process 70 becomes from the color adaptation conversion process 80, the contrast conversion process 90, the illuminance correspondence conversion process 100, the conversion process 110 for an installation ambient light correspondence display, and the conversion process 120 for a display.

[0095] On the other hand, as shown in drawing 19 , a color transform coefficient shall be computed by consisting the ambient light information amendment process 40 of the color adaptation amendment process 50, the contrast amendment process 60, the illuminance correspondence amendment process 43, the amendment process 44 for an ambient light correspondence display, an amendment process 45 for a display, and a color transform coefficient composition process 46, for example, it chose beforehand, and performing all required amendments to 729 color data.

[0096] That is, at the color adaptation amendment process 50, contrast is computed for the color transform coefficient on amendment CIE 1976 Lab color space, and the color transform coefficient on amendment CIE 1976 Lab color space is computed for the vanity of a color at the contrast amendment process 60, respectively. Moreover, the

illuminance correspondence amendment process 43 shall have the color transform coefficient of an amendment sake for the saturation prepared beforehand.

[0097] conversion to a color space peculiar to a display at the amendment process 44 for an installation ambient light correspondence display -- facing -- the influence of installation ambient light -- an amendment -- a color transform coefficient [ like ] is determined The amendment process 45 for a display shall have the color transform coefficient for changing into a color space peculiar to a display prepared beforehand.

[0098] And in the color transform coefficient composition process 46, each color transform coefficient obtained from the color adaptation amendment process 50, the contrast amendment process 60, the illuminance correspondence amendment process 43, the amendment process 44 for an installation ambient light correspondence display, and the amendment process 45 for a display is compounded. By the color transform coefficient after the composition, in the image data conversion process 70, the color transform coefficient computed at the ambient light information amendment process 40 is stored in the lattice point of 3-dimensional LUT, and input image data is changed into a color space peculiar to a display from an equal color space.

[0099] Since according to this 2nd operation form all required amendments will be performed in the ambient light information amendment process 40 by the time it displays on a display including a color adaptation amendment, a contrast amendment, the amendment about the vanity of a color, and the amendment about a device property compared with the 1st operation form shown in drawing 3 including the examples 1-4 mentioned above, the burden of a conversion process can be made light.

[0100]

[Effect of the Invention] As mentioned above, even if the environment where the display is installed is under the general lighting condition which is not restricted according to this invention Moreover, even if the environment predicted that hard copy is observed is under what lighting condition The color of a display picture can be

simulated on a display of the vanity of the color of a hard copy picture so that an impression may be in agreement with the color of the hard copy picture actually observed under the environment predicted to be observed. Moreover, under the installation environment of a display, even when comparing a display picture and a hard  
5 copy picture simultaneously, the impression of both appearance can be doubled.

---

## DESCRIPTION OF DRAWINGS

---

10

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the block diagram showing an example of a color picture processing system which realizes the color picture art of this invention.

[Drawing 2] It is process drawing showing the color picture art of this invention.

15 [Drawing 3] It is process drawing showing the 1st operation gestalt of the color picture art of this invention.

[Drawing 4] It is drawing with which explanation of ambient light is presented.

[Drawing 5] It is drawing with which explanation of imperfect adaptation is presented.

20 [Drawing 6] It is drawing showing an example of the image-processing routine of the 1st operation gestalt.

[Drawing 7] It is drawing showing other examples of the image-processing routine of the 1st operation gestalt.

[Drawing 8] It is drawing showing the color adaptation amendment process of an example 1.

25 [Drawing 9] It is drawing with which explanation of the color adaptation amendment process of an example 1 is presented.

[Drawing 10] It is drawing with which explanation of the color adaptation amendment

process of an example 1 is presented.

[Drawing 11] It is the flow chart which shows the manipulation routine of a color adaptation amendment of an example 1, and color adaptation conversion.

[Drawing 12] It is the flow chart which shows the manipulation routine of a contrast amendment of an example 1, and contrast conversion.

[Drawing 13] It is drawing showing processing of the conversion for an installation ambient light correspondence display of an example 1, and the conversion for a display.

[Drawing 14] It is the flow chart which shows the manipulation routine of a color adaptation amendment of an example 2, and color adaptation conversion.

[Drawing 15] It is drawing with which explanation of drawing 14 is presented.

[Drawing 16] It is drawing with which explanation of drawing 14 is presented.

[Drawing 17] It is the flow chart which shows the manipulation routine of a color adaptation amendment of an example 3, and color adaptation conversion.

[Drawing 18] It is the flow chart which shows the manipulation routine of a color adaptation amendment of an example 4, and color adaptation conversion.

[Drawing 19] It is process drawing showing the 1st operation gestalt of the color picture art of this invention.

[Description of Notations]

1 Color Display

20 2 Sensor

3 Input Means

10 Color Picture Processor

20 Installation Ambient Light Information Recognition Process

30 Observation Ambient Light Information Recognition Process

25 40 Ambient Light Information Amendment Process

50 Color Adaptation Amendment Process

60 Contrast Amendment Process

	70 Image Data Conversion Process
	80 Color Adaptation Conversion Process
	90 Contrast Conversion Process
	100 Illuminance Correspondence Conversion Process
5	110 Conversion Process for Installation Ambient Light Correspondence Display
	120 Conversion Process for Display
	43 Illuminance Correspondence Amendment Process
	44 Amendment Process for Installation Ambient Light Correspondence Display
	45 Amendment Process for Display
10	46 Color Transform Coefficient Composition Process

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 1 0 - 6 5 9 3 0

(43) 公開日 平成 1 0 年 ( 1 9 9 8 ) 3 月 6 日

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H04N 1/60			H04N 1/40	D
G06T 1/00			G09G 5/00	D
G09G 5/00	550		5/02	A
5/02				B
			G06F 15/66	N
審査請求 未請求 請求項の数 7 F D (全 1 8 頁) 最終頁に続く				

(21) 出願番号 特願平 8 - 2 3 7 2 5 9

(22) 出願日 平成 8 年 ( 1 9 9 6 ) 8 月 1 9 日

(71) 出願人 0 0 0 0 0 5 4 9 6

富士ゼロックス株式会社

東京都港区赤坂二丁目 1 7 番 2 2 号

(72) 発明者 松崎 智康

神奈川県足柄上郡中井町境 4 3 0 グリー  
ンテクなかい 富士ゼロックス株式社  
内

(72) 発明者 山内 泰樹

神奈川県足柄上郡中井町境 4 3 0 グリー  
ンテクなかい 富士ゼロックス株式社  
内

(74) 代理人 弁理士 佐藤 正美

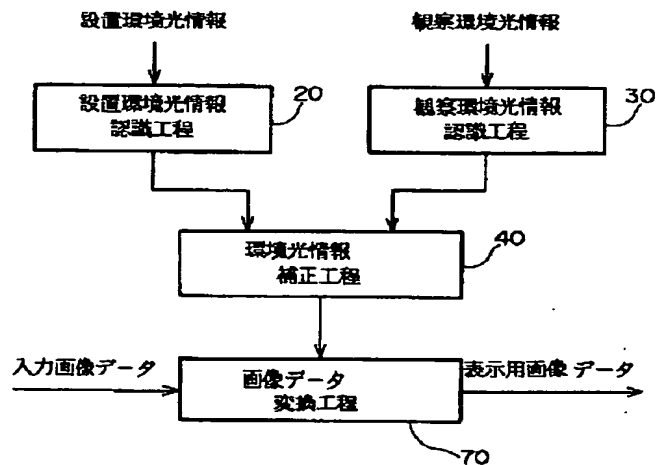
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 カラー画像処理方法およびカラー画像処理装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 ディスプレイが設置されている環境が、一般の制限されない照明条件下にあっても、またハードコピーが観察されると予測される環境が、いかなる照明条件下にあっても、ディスプレイ画像の色を、観察されると予測された環境下で実際に観察されるハードコピー画像の色に一致させるように、ハードコピー画像の色の見えをディスプレイ上でシミュレートすることができるようにする。

【解決手段】 設置環境光認識工程 20 で、カラーディスプレイが設置されている環境での照明条件である設置照明条件を認識する。観察環境光情報認識工程 30 で、ユーザにより入力された、カラーハードコピーを観察すると予測される環境での照明条件である観察照明条件を認識する。環境光情報補正工程 40 で、設置照明条件と観察照明条件とに基づいて、色変換係数を決定する。画像データ変換工程 70 で、環境光情報補正工程 40 からの色変換係数によって、入力画像データを表示用画像データに変換する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】カラーディスプレイが設置されている環境での照明条件である設置照明条件を認識する第 1 ステップと、

この第 1 ステップによる設置照明条件の認識の前または後において、入力された、カラーハードコピーを観察すると予測される環境での照明条件である観察照明条件を認識する第 2 ステップと、

前記第 1 ステップにより認識された設置照明条件と、前記第 2 ステップにより認識された観察照明条件とに基づいて、色変換係数を決定する第 3 ステップと、

この第 3 ステップで決定された色変換係数に基づいて、入力画像データを表示用画像データに変換する第 4 ステップと、

を備えることを特徴とするカラー画像処理方法。

【請求項 2】請求項 1 のカラー画像処理方法において、前記第 3 ステップは、

色の見えを補正する均等色空間上での色変換係数を決定する色順応補正工程と、

コントラストを補正する均等色空間上での色変換係数を決定するコントラスト補正工程と、

を含むことを特徴とするカラー画像処理方法。

【請求項 3】請求項 2 のカラー画像処理方法において、前記第 3 ステップは、

前記色順応補正工程により決定された色変換係数と、

前記コントラスト補正工程により決定された色変換係数と、

あらかじめ用意された、彩度を補正するための色変換係数と、

ディスプレイ固有の色空間への変換に際して、設置環境光の影響を補正するための色変換係数と、

あらかじめ用意された、ディスプレイ固有の色空間への変換のための色変換係数と、

を合成して、均等色空間からディスプレイ固有の色空間に変換するための色変換係数を得ることを特徴とするカラー画像処理方法。

【請求項 4】請求項 2 または 3 のカラー画像処理方法において、

前記色順応補正工程は、設置照明条件と観察照明条件の各種の組み合わせにつき、あらかじめ用意された、設置照明条件下でのカラーディスプレイ上の色の見えと観察照明条件下でのカラーハードコピー上の色の見えを一致させるための複数のデータ対から、前記第 1 ステップにより認識された設置照明条件と前記第 2 ステップにより認識された観察照明条件とに対応する複数のデータ対を、補間によって求めることを特徴とするカラー画像処理方法。

【請求項 5】請求項 2 または 3 のカラー画像処理方法において、

前記色順応補正工程は、前記第 1 ステップにより認識さ

れた設置照明条件と前記第 2 ステップにより認識された観察照明条件とから、設置照明条件下でのカラーディスプレイ上の色の見えと観察照明条件下でのカラーハードコピー上の色の見えを一致させるための複数のデータ対を、色順応モデルを用いて計算することを特徴とするカラー画像処理方法。

【請求項 6】請求項 2 または 3 のカラー画像処理方法において、

前記コントラスト補正工程は、前記第 1 ステップにより認識された設置照明条件から、コントラストを補正する色変換係数を決定することを特徴とするカラー画像処理方法。

【請求項 7】カラー画像データを生成し、または取り込む画像データ生成取込手段と、

カラーディスプレイが設置されている環境での照明条件である設置照明条件を認識する認識手段と、

カラーハードコピーを観察すると予測される環境での照明条件である観察照明条件を入力する入力手段と、

前記認識手段により認識された設置照明条件と前記入力手段により入力された観察照明条件とに基づいて、あらかじめ用意された色変換対応係数を補正する補正手段と、

前記画像データ生成取込手段により生成され、または取り込まれたカラー画像データを、前記補正手段により補正された色変換対応係数によって表示用画像データに変換する変換手段と、

を備えることを特徴とするカラー画像処理装置。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】この発明は、カラーハードコピーとして出力する画像の画質調整や確認をカラーディスプレイ上で行う場合などに用いるカラー画像処理方法およびカラー画像処理装置に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】印刷や DTP（デスクトップパブリッシング）の分野では、色校正のスピードアップ化とコストダウン化をはかるために、ディスプレイ上で最終出力画像の画質調整や確認を行うシステム、いわゆるソフトブルーフシステムが考えられ、実用化されつつある。

【 0 0 0 3 】しかし、このソフトブルーフシステムは、従来、基本的に、ディスプレイが、ある定められた照明条件下に設置され、最終出力画像も、ある定められた照明条件下で観察されることを想定している。

【 0 0 0 4 】そのため、ユーザは、その限定された設置環境下でシステムを利用するか、そうでなければ、ディスプレイ上の画像に依拠しないで、経験則に基づく反復調整を行うことによって、所望の画質の最終出力画像を得なければならない。また、最終的に出力されたハードコピーを、システムが想定している環境とは異なる環境下で観察する場合には、結果的に所望の画質が得られな

くなる。

【0005】これに対して、ディスプレイが設置されている環境での照明条件ないし環境光（以下、設置照明条件ないし設置環境光と称する）を検知して、ディスプレイ上に出力される画像を補正することが考えられている。

【0006】具体的に、特開平4-255025号には、センサーまたは外光テーブルにより得た分光スペクトルに基づいて、ディスプレイ上に出力される画像の色補正を行うことが示されている。また、特開平7-203478号には、カラーディスプレイ上の白色点（以下、ホワイトポイントと称する）を、自動的かつ測色的に設置環境光のホワイトポイントに合わせることが示されている。

【0007】他方で、ハードコピーを観察すると予測される環境での照明条件ないし環境光（以下、観察照明条件ないし観察環境光と称する）に対する色順応効果を考慮することも考えられている。

【0008】具体的に、特開平5-216452号には、センサーにより観察環境の分光含量を測定して、ディスプレイ上の画像部および非画像部を、印刷物がさまざまな観察環境下で見られた場合の外観に見えるように変換し、印刷物のプレビューを可能にすることが示されている。また、特開平7-105375号には、観察環境を想定して、ディスプレイ画像周辺に順応を調整するための色を提示することが示されている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、特開平4-255025号は、設置環境光によりディスプレイ上の画像の見た目の色が変わることに対して、具体的な解決方法を示していない。しかも、最終的に出力されたハードコピーが、想定された観察環境と異なる観察環境で観察される場合を考慮していない。

【0010】また、特開平7-203478号の方法も、設置環境光が一般のオフィスのように4100Kから4300Kまで程度の低い色温度の場合には、カラーディスプレイ上のホワイトポイントを測色的に設置環境光のホワイトポイントに合わせても、見た目には同じ色に見えないという問題があり、単純にディスプレイ上の色を設置環境光に合わせただけでは、こうした問題に対応できない。

【0011】また、特開平5-216452号は、ディスプレイは設置環境光の影響を受けず、ディスプレイ上のホワイトポイントの色温度にのみ影響されるという前提に立っており、設置環境光の影響を考慮していない。さらに、特開平7-105375号の方法は、色順応効果に対する対策は行っているものの、設置環境光をフィードバックする機構がないため、設置環境光が変化した場合には対応できない。

【0012】結局のところ、これまで考えられているソ

フトブルーシステムは、ディスプレイの設置環境が、暗室か、または明室においてフードを付けたような、極めて限定された場合でしか用いることができないものである。

【0013】また、ソフトブルーシステムとしては、ハードコピー画像の色の仕上がり具合をディスプレイ上でシミュレートできるだけでなく、例えばハードコピーをオリジナルとしてディスプレイ画像を編集するような目的で、ディスプレイの設置環境下で、ディスプレイ画像とハードコピー画像を同時に見比べることができることが望まれる。しかしながら、上記の理由から、従来の方法では、このようなことは困難であった。

【0014】そこで、この発明は、ディスプレイが設置されている環境が、特定の制限された照明条件下ではなく、一般の制限されない照明条件下にあっても、かつハードコピーが観察されると予測される環境が、いかなる照明条件下にあっても、ディスプレイ画像の色を、観察されると予測された環境下で実際に観察されるハードコピー画像の色に印象が一致するように、ハードコピー画像の色の仕上がり具合をディスプレイ上でシミュレートできるとともに、ディスプレイの設置環境下で、ディスプレイ画像とハードコピー画像を同時に見比べることもできるようにしたものである。

【0015】

【課題を解決するための手段】この発明では、カラー画像処理方法として、カラーディスプレイが設置されている環境での照明条件である設置照明条件を認識する第1ステップと、この第1ステップによる設置照明条件の認識の前または後において、入力された、カラーハードコピーを観察すると予測される環境での照明条件である観察照明条件を認識する第2ステップと、前記第1ステップにより認識された設置照明条件と、前記第2ステップにより認識された観察照明条件とに基づいて、色変換係数を決定する第3ステップと、この第3ステップで決定された色変換係数に基づいて、入力画像データを表示用画像データに変換する第4ステップと、を設ける。

【0016】

【作用】上記のように構成した、この発明のカラー画像処理方法においては、第1ステップにおいて、カラーディスプレイの設置環境光情報が取り込まれて認識され、第2ステップにおいて、ユーザによる入力により、カラーハードコピーの観察環境光情報が取り込まれて認識され、これら第1ステップおよび第2ステップにより認識された設置環境光情報および観察環境光情報に基づいて、第3ステップにおいて、入力画像データを表示用画像データに変換するための色変換係数として、カラーディスプレイの設置環境に適合し、かつカラーハードコピーの観察環境に適合した色変換係数が求められ、第4ステップにおいては、その色変換係数によって入力画像データが表示用画像データに変換される。



【0017】したがって、ディスプレイが設置されている環境が、一般の制限されない照明条件下にあっても、またハードコピーが観察されると予測される環境が、いかなる照明条件下にあっても、ディスプレイ画像の色を、観察されると予測された環境下で実際に観察されるハードコピー画像の色に一致させるように、ハードコピー画像の色の見えをディスプレイ上でシミュレートすることができる。また、ディスプレイの設置環境下で、ディスプレイ画像とハードコピー画像を同時に見比べる場合でも、両者の見た目の印象を合わせることができる。

【0018】

【発明の実施の形態】

〔第1の実施形態〕図1は、この発明のカラー画像処理方法を実現するカラー画像処理システムの一例を示す。このシステムは、カラーディスプレイ1、センサ2、入力手段3、およびカラー画像処理装置10を備えて構成される。

【0019】センサ2は、カラーディスプレイ1の近傍に設けられて、カラーディスプレイ1が設置されている環境の照明条件を検知するもので、その検知出力は、設置環境光情報としてカラー画像処理装置10に取り込まれる。入力手段3は、キーボードやマウスなどからなり、ユーザがハードコピーが観察されると予測される環境の照明条件を入力するもので、これから入力された照明条件は、観察環境光情報としてカラー画像処理装置10に取り込まれる。

【0020】カラー画像処理装置10は、例えばコンピュータによって構成され、画像データ生成取込手段11、認識手段12、13、補正手段14、および変換手段15を備えるものとされる。

【0021】画像データ生成取込手段では、入力画像データとしてのカラー画像データが生成され、または外部装置4からのカラー画像データが入力画像データとして取り込まれる。認識手段12では、センサ2からの設置環境光情報が取り込まれ、認識される。認識手段13では、入力手段3からの観察環境光情報が取り込まれ、認識される。補正手段14では、認識手段12で認識された設置環境光情報と、認識手段13で認識された観察環境光情報とに基づいて、あらかじめ用意された色変換対応係数を補正する。変換手段15では、画像データ生成取込手段11からの入力画像データを、補正手段14で補正された色変換対応係数によって表示用画像データに変換し、カラーディスプレイ1に送出する。

【0022】画像データ生成取込手段11で生成され、または外部装置4から取り込まれる入力画像データは、 $L^*a^*b^*$ （以下では便宜上、「 $Lab$ 」と表記する）均等色空間で表現されたものであり、変換手段15で得られる表示用画像データは、カラーディスプレイ1に固有のRGB色空間で表現されたものである。

【0023】なお、図1は、カラーディスプレイ1の設

置環境が照明手段5からの照明光6によって照明されている状態を示しているが、もちろん、カラーディスプレイ1の設置環境が暗室とされてもよい。

【0024】カラー画像処理装置10で行われる、この発明のカラー画像処理方法は、図2に示すように、設置環境光情報認識工程20、観察環境光情報認識工程30、環境光情報補正工程40、および画像データ変換工程70からなる。

【0025】その設置環境光情報認識工程20では、設置環境光情報を認識し、観察環境光情報認識工程30では、観察環境光情報を認識する。また、環境光情報補正工程40では、設置環境光情報認識工程20で認識された設置環境光情報と、観察環境光情報認識工程30で認識された観察環境光情報とに基づいて、色変換係数を決定し、画像データ変換工程70では、環境光情報補正工程40で決定された色変換係数に基づいて、入力画像データを表示用画像データに変換する。

【0026】一例として、図3に示すように、環境光情報補正工程40は、色順応補正工程50とコントラスト補正工程60とからなり、画像データ変換工程70は、色順応変換工程80、コントラスト変換工程90、照度対応変換工程100、設置環境光対応表示用変換工程110、および表示用変換工程120からなるものとする。

【0027】色順応補正工程50は、設置環境光情報認識工程20で認識された設置環境光情報と、観察環境光情報認識工程30で認識された観察環境光情報とに基づいて、色の見えを補正する均等色空間上での色変換係数を決定し、コントラスト補正工程60は、設置環境光情報認識工程20で認識された設置環境光情報に基づいて、コントラストを補正する均等色空間上での色変換係数を決定する。

【0028】色順応変換工程80は、色順応補正工程50で決定された色変換係数によって、入力画像データを $Lab$ 色空間上で変換し、コントラスト変換工程90は、コントラスト補正工程60で決定された色変換係数によって、色順応変換工程80からの画像データを $Lab$ 色空間上で変換する。

【0029】また、照度対応変換工程100は、あらかじめ用意された、彩度を補正するための色変換係数によって、コントラスト変換工程90からの画像データに対して、 $Lab$ 色空間上で、後述するHunt効果などに対する補正を施すものである。

【0030】さらに、設置環境光対応表示用変換工程110は、その後の表示用変換工程120で、設置環境光対応表示用変換工程110からの $L^*a^*b^*$ 画像データを、ディスプレイの設置環境が暗室の場合のディスプレイ固有のRGB画像データに変換することに対応して、ディスプレイの実際の設置環境が明るく照明されている場合に、照度対応変換工程100からの $L^*a^*b^*$

・画像データに対して、ディスプレイの管面（表示画面）からの反射光の影響を除去するような補正を施すものである。

【0031】表示用変換工程120は、上記のように設置環境光対応表示用変換工程110からの $L^*a^*b^*$ 画像データを、ディスプレイの設置環境が暗室の場合のディスプレイ固有のRGB画像データに変換する。

【0032】ここで、色順応につき示すと、屋外から白熱灯で照明された部屋に入ると、始めは室内全体が黄色っぽく感じるが、しばらくすると昼光で見ているときと同じような感じを受ける。例えば、白い紙は白に見え、色の不自然さは感じなくなる。これは、人間の眼が、照明光に慣れるに従って感度が都合よく調整されて、色の見えを恒常的に保とうとする作用があるからで、色順応効果と呼ばれている。

【0033】通常、観察者が暗室環境でディスプレイを観察するとき、観察者の眼はディスプレイ自発光（画像部または非画像部の白色）に順応するが、図4（A）に示すように、環境光6によってディスプレイ1の周囲が明るく照明されている場合には、観察者の眼は環境光6の影響も受ける。この状態では、観察者の眼は、ディスプレイ自発光1aと周囲の環境光6の両者に、それぞれ部分的に順応し、実際は、その中間くらいのホワイトポイントに順応することが知られている。

【0034】ディスプレイ自発光1aおよび周囲の照明光6に対して、60:40の割合で部分的に順応しているという報告もある（参考文献 N. Katoh, "Practical Method for Appearance Match between Soft Copy and Hard Copy" SPIE Publication, Vol. 2170, 170-181, 1994）。

【0035】図4（A）に示すように、ハードコピー画像が、その観察される環境下で、どのように見えるかを、ディスプレイ1上でシミュレートする場合、ディスプレイ自発光1aの色温度を、ハードウェア的またはソフトウェア的に変更して、白色の色温度を、シミュレートしたい環境に合わせ、その環境での「色の見え」になるように補正しなければならない。しかし、この場合、観察者の眼はディスプレイ1の周囲の環境光6にも部分的に順応しており、その分を補正しなければならない。

【0036】また、ディスプレイが設置されている環境下で、ディスプレイ画像の色を観察される環境下でのハードコピー画像の色に合わせるために、ハードコピー画像とディスプレイ画像を同時に見比べることがある。極端な例を考えると、図4（B）に示すように、ディスプレイ1は暗黒環境下に設置され、ハードコピー8はある照明光9で照明されているような特殊な状況では、観察者の眼はハードコピー8とディスプレイ1に、ほぼ50:50の割合で部分的に順応する。

【0037】これに対して、図4（C）に示すように、ディスプレイ1もある照明光6で照明されている状況では、観察者の眼はディスプレイ1側では、その環境光6にも部分的に順応するので、結果的に、環境光とディスプレイへの順応の割合は、環境光の方がより高くなることになる。

【0038】ディスプレイ上では、このような部分的な色順応状態を考慮して、あらかじめ補正を加える必要がある。色順応補正工程50は、第1に、そのような補正を行うものである。

【0039】そして、ハードコピー画像の色をディスプレイ上でシミュレートする場合には、ハードコピーの観察環境下での環境光とディスプレイの設置環境下での環境光の両者のホワイトポイントの情報から、順応率に応じた適切な値を出力する。

【0040】また、ディスプレイの設置環境下で、ハードコピー画像の色とディスプレイ画像の色を同時に見比べるような場合には、基本的には、ディスプレイのホワイトポイントを設置環境光のホワイトポイントに合わせるようにする。しかし、環境光の色温度が、例えば4300K程度というように低い場合には、後述する不完全順応の影響で、ハードコピー画像の色とディスプレイ画像の色は同じには見えない。

【0041】ディスプレイを観察するとき、人間の視覚は、ディスプレイ上の白色に順応しようとするが、ディスプレイ周囲の環境光の色温度が低いときには、色順応が不完全となり、個人差はあるが、白い色が黄色がかった見えたりする。図5は、この不完全順応の度合いを、設置環境光の色温度に対してディスプレイの色温度を合わせたときの等色点の変化で示したものである。不完全順応は、人間の視覚系の色順応が不完全なために起こると考えられる。

【0042】こうした不完全な色順応状態を考慮して、あらかじめ補正を加える必要があり、色順応補正工程50は、第2に、そのような補正を行うものである。

【0043】色順応補正工程50での色順応補正、および色順応変換工程80での色順応変換の、具体的方法は、後述する各実施例で示す。

【0044】コントラスト補正につき示すと、明るい室内でディスプレイを観察するとき、周囲の光の照度が大きいと、ディスプレイ本来の黒らしさが失われ、結果的にディスプレイ全体のコントラストが失われる。

【0045】コントラスト補正工程60は、このような現象に対処するものである。コントラスト補正工程60でのコントラスト補正、およびコントラスト変換工程90でのコントラスト変換の、具体的方法は、後述する実施例1で示す。

【0046】さらに、照度対応変換につき示すと、人間の視覚には、有彩色を照度を変えて照明すると、知覚される彩度（カラフルネス）が照度に応じて変化する、す

なわち照度が高いほど彩度が高く見える傾向がある。これは、Hunt 効果と呼ばれるもので、照度対応変換工程 1 0 0 は、この照度の違いによる色の見えの変化を補正するものである。

【0 0 4 7】具体的には、あらかじめ用意された色変換係数によって、コントラスト変換工程 9 0 からの  $L^* a^* b^*$  画像データの明度成分  $L^*$  が大きいとき、その  $C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$  ... (1) で表される彩度  $C^*$  を小さくする。

【0 0 4 8】なお、照度の違いによる色の見えの変化には、Hunt 効果以外にも、有彩色光で灰色スケールを照明すると、明るい灰色には照明光の色相を感じ、暗い灰色には照明光に対して補色の色相を感じる Helson-Judd 効果や、無彩色を照度を変えて照明すると、高照度では明るい灰色はより白色に、暗い灰色はより黒色に見える Stevens 効果がある。

【0 0 4 9】上記の例は、Hunt 効果を補正する場合であるが、Helson-Judd 効果や Stevens 効果を補正してもよく、あるいはこれらのうちの複数または全部を補正するようにしてもよい。

【0 0 5 0】設置環境光対応表示用変換工程 1 1 0 および表示用変換工程 1 2 0 の具体的方法は、後述する実施例 1 で示す。

【0 0 5 1】図 6 は、図 1 に示したカラー画像処理装置 1 0 が実行する、図 3 に示したカラー画像処理方法のルーチンの一例を示す。そのカラー画像処理ルーチンは、ユーザによるスタート・ボタンのプッシュ・イベントを検知することによって処理を開始して、まず、ステップ S 1 において、ダイアログを開き、次に、ステップ S 2 に進んで、ユーザによる、ハードコピーが観察されると予測される環境の照明条件、すなわち観察環境光情報の入力を確認して、それを認識する。この場合、ユーザは、いくつか指定するパラメータを選択できるようにされるが、ここでは、CIE 1 9 3 1 の  $x y$  色度座標で指定するものとする。

【0 0 5 2】次に、ステップ S 3 に進んで、図 1 に示したセンサ 2 の検知出力、すなわちカラーディスプレイ 1 が設置されている環境の照明条件である設置環境光情報を取り込んで、これを認識する。

【0 0 5 3】次に、ステップ S 8 0 に進んで、後述する各実施例で示すような色順応補正および色順応変換の処理を行い、さらにステップ S 9 0 に進んで、後述する実施例 1 で示すようなコントラスト補正およびコントラスト変換の処理を行い、さらにステップ S 1 0 0 に進んで、上述した照度対応変換の処理を行う。

【0 0 5 4】次に、ステップ S 1 1 0 に進んで、後述する実施例 1 で示すような設置環境光対応表示用変換の処理を行い、さらにステップ S 1 2 0 に進んで、表示用変換の処理を行い、さらにステップ S 1 3 0 に進んで、ステップ S 1 2 0 で得られた表示用画像データによって、

カラーディスプレイ 1 上に画像を表示する。

【0 0 5 5】図 7 は、別の処理ルーチンの例で、ユーザが、あらかじめ時刻を指定して処理を指示し、観察環境光情報を入力しておくことによって、その指定された時刻に自動的に処理を開始する場合である。

【0 0 5 6】すなわち、この場合、指定された時刻になると処理を開始して、まず、ステップ S 1 において、ダイアログを開き、次に、ステップ S 4 に進んで、ユーザに対して環境光対応の画像処理を行うか否かの確認をする。これに対して、ユーザは、環境光対応の画像処理を行わせるときには実行の指示をし、行わせないときにはキャンセルの指示をする。

【0 0 5 7】次に、ステップ S 5 に進んで、そのユーザの指示から処理を実行すべきか否かを判断し、キャンセルの指示により処理を実行しないときには、そのまま処理を終了する。

【0 0 5 8】実行の指示により処理を実行すべきときには、あらかじめ入力された観察環境光情報を認識した上で、ステップ S 3 に進んで、センサ 2 の検知出力、すなわち設置環境光情報を取り込んで、これを認識する。以後は、図 6 の例と同じである。

【0 0 5 9】以下には、4 つの実施例を示す。ただし、実施例 1 ~ 4 は、色順応補正工程 5 0 および色順応変換工程 8 0 が異なるだけで、そのほかの工程は同じである。また、実施例としては、これら実施例 1 ~ 4 に限らない。

【0 0 6 0】実施例 1 は、色順応補正工程 5 0 では、色順応補正 LUT と最小二乗法によって補正係数を求め、色順応変換工程 8 0 では、 $3 \times 8$  マトリックス変換によって画像データを変換する場合である。

【0 0 6 1】実施例 2 は、色順応補正工程 5 0 では、色順応モデルを用いて補正係数を求め、色順応変換工程 8 0 では、3 次元 LUT と補間によって画像データを変換する場合である。

【0 0 6 2】実施例 3 は、色順応補正工程 5 0 では、色順応補正 LUT によって補正係数を求め、色順応変換工程 8 0 では、実施例 2 と同様に 3 次元 LUT と補間によって画像データを変換する場合である。

【0 0 6 3】実施例 4 は、色順応補正工程 5 0 では、色順応モデルと最小二乗法によって補正係数を求め、色順応変換工程 8 0 では、実施例 1 と同様に  $3 \times 8$  マトリックス変換によって画像データを変換する場合である。

【0 0 6 4】〔実施例 1〕実施例 1 では、図 8 に示すように、色順応補正工程 5 0 は、色順応補正本工程 5 1 と色順応変換係数算出工程 5 5 とからなる。

【0 0 6 5】色順応補正本工程 5 1 では、色順応補正 LUT を用いる。LUT は、定まった色の数だけ用意する。ここでは、暗室環境下でのディスプレイ上の色再現域内の 8 色を、図 9 に示すように  $L a b$  色空間上の 8 点 P 1 ~ P 8 として選択する。色順応補正本工程 5 1 は、

設置環境光情報認識工程 2 0 および観察環境光情報認識工程 3 0 から得られたパラメータ  $x, y$  を色温度に変換して、この LUT に入力する。

【0066】図 1 0 (A) に示すような第 1 色から第 8 色までの LUT のうちの、同図 (B) に示すような白色用の LUT に、設置環境光の色温度および観察環境光の色温度が入力されたとすると、それに応じて、適切な白色の色度が選択される。LUT に用意されている値の中間の値が必要な場合には、補間値を算出する。

【0067】色度の選択および算出は、色の見えのシミュレーションに関しては、部分順応状態を考慮した補正に、同時対比に関しては、不完全順応の影響が大きいので、特に不完全順応を考慮した補正に、それぞれ重点を置かなければならない。

【0068】同様にして、その他の色についても、各色の適切な色度が選択ないし算出される。このような色順応補正 LUT は、等色実験で得られた統計的なデータを元に作成する。

【0069】次に、色順応変換係数算出工程 5 5 においては、この 8 色に関するデバイス・インディペンデントな値と色順応補正 LUT から得られた値との写像関係  $f$  を求める。ここでは、 $3 \times 8$  マトリックス係数を、各点との色差が最小になるように算出する。

【0070】色順応変換工程 8 0 では、色順応補正工程 5 0 の色順応変換係数算出工程 5 5 で算出された係数を用いて、 $3 \times 8$  マトリックス演算により、入力画像データを変換する。

【0071】図 1 1 は、実施例 1 の上記の色順応補正および色順応変換の処理ルーチンを示し、まず、ステップ S 8 1 において、上記の 8 色の番号  $n$  を 1 とし、次に、ステップ S 8 2 に進んで、色順応補正 LUT から第  $n$  色の適切な色度を選択ないし算出し、次に、ステップ S 8 3 に進んで、 $n$  を 1 だけインクリメントし、次に、ステップ S 8 4 に進んで、 $n$  が 8 より大きいかなかを判断し、 $n$  が 8 以下であると判断したときには、ステップ S 8 2 に戻って、ステップ S 8 2 および S 8 3 を繰り返す。

【0072】ステップ S 8 4 で  $n$  が 8 より大きいと判断したときには、次に、ステップ S 8 5 に進んで、それまでに求めた 8 色の色度データから、 $3 \times 8$  マトリックス係数を算出し、次に、ステップ S 8 6 に進んで、ステップ S 8 5 で算出した係数を用いて、 $3 \times 8$  マトリックス演算により、入力画像データを変換する。

【0073】コントラスト補正工程 6 0 では、設置環境光情報認識工程 2 0 から得られたパラメータ  $Y$  (CIE 1931 の XYZ 色度座標の  $Y$ ) からガンマ値を出力するような LUT を用い、その LUT からのデータをコントラスト補正データとする。

【0074】コントラスト変換工程 9 0 では、コントラスト補正工程 6 0 から得られたコントラスト補正データ

に基づいて、色順応変換工程 8 0 からの  $L^* a^* b^*$  画像データの明度成分  $L^*$  に対する階調曲線のガンマ値を変化させる。

【0075】図 1 2 は、実施例 1 の上記のコントラスト補正およびコントラスト変換の処理ルーチンを示し、まず、ステップ S 9 1 において、設置環境光情報認識工程 2 0 からパラメータ  $Y$  により LUT からガンマ値を選択し、次に、ステップ S 9 2 に進んで、そのガンマ値を変換し、次に、ステップ S 9 3 に進んで、その変換後のガンマ値を 3 次元 LUT に格納し、次に、ステップ S 9 4 に進んで、その 3 次元 LUT からのガンマ値により、色順応変換工程 8 0 からの画像データを変換する。

【0076】上述したように、表示用変換工程 1 2 0 では、設置環境光対応表示用変換工程 1 1 0 からの  $L^* a^* b^*$  画像データを、ディスプレイの設置環境が暗室の場合のディスプレイ固有の RGB 画像データに変換することに対応して、設置環境光対応表示用変換工程 1 1 0 では、ディスプレイの実際の設置環境が明るく照明されている場合に、照度対応変換工程 1 0 0 からの  $L^* a^* b^*$  画像データに対して、ディスプレイの管面（表示画面）からの反射光の影響を除去するような補正を施すもので、そのために、図 1 3 に示すように、まず、照度対応変換工程 1 0 0 からの  $L^* a^* b^*$  画像データを一旦、XYZ 色度データに変換した上で、その XYZ 色度データから、反射光分  $X_{ambient}$ ,  $Y_{ambient}$ ,  $Z_{ambient}$  を差し引いて、設置環境が暗室の場合のディスプレイ画面上の値  $X_{CRT}$ ,  $Y_{CRT}$ ,  $Z_{CRT}$  を求める。

【0077】反射光分  $X_{ambient}$ ,  $Y_{ambient}$ ,  $Z_{ambient}$  は、ディスプレイの設置環境が明るく照明されている場合の設置環境光の値で、設置環境光情報認識工程 2 0 から与えられる。

【0078】データ  $X_{CRT}$ ,  $Y_{CRT}$ ,  $Z_{CRT}$  は、 $L^* a^* b^*$  画像データに変換し、さらに  $L^* a^* b^*$  画像データは、ディスプレイ画面上の値  $L^*_{CRT}$ ,  $a^*_{CRT}$ ,  $b^*_{CRT}$  に変換した上で、表示用変換工程 1 2 0 において、ディスプレイ固有の RGB 画像データに変換する。

【0079】〔実施例 2〕実施例 2 では、色順応補正工程 5 0 で、色順応モデルを用いて補正係数を求め、色順応変換工程 8 0 で、3 次元 LUT と補間によって画像データを変換する。

【0080】そのために、あらかじめ 729 ( $9 \times 9 \times 9$ ) 個の色データを選んでおく。ディスプレイの色域を網羅的にカバーできるように選択するのが望ましい。そして、このような色データの一つずつに色順応モデルで変換を施し、適切な補正値を算出する。この場合、色データは CIE 1931 の XYZ 色度座標として与える。他の座標系なら、CIE 1931 の XYZ 色度座標に一旦、変換する。

【0081】図14は、実施例2の色順応補正および色順応変換の処理ルーチンを示し、まず、ステップS801において、上記の729個の色データの番号nを1とし、次に、ステップS802に進んで、その729個の色データから第n番目のデータを選択し、次に、ステップS803に進んで、その選択した色データを上記のようにCIE1931のXYZ色度座標に変換し、次に、ステップS804に進んで、そのXYZ色度データを錐状体応答値LMSに変換する。次に、ステップS805に進んで、その錐状体応答値LMSを、ディスプレイのホワイトポイントの錐状体応答値で正規化する。

【0082】一方、あらかじめ、設置環境光情報と観察環境光情報とから、補正すべき適切なホワイトポイントの色度を求めておく。具体的には、図15に示すように（便宜的にフローチャートをブロック的に示す）、729個の色データを変換したのと同様に、まず、ステップS281において、設置環境光情報および観察環境光情報を、それぞれCIE1931のXYZ色度座標に変換し、次に、ステップS282に進んで、そのXYZ色度データを錐状体応答値LMSに変換した上で、ステップS283において、錐状体応答値LMSに対して不完全順応補正を行い、次に、ステップS284に進んで、その不完全順応補正後の錐状体応答値 $L' M' S'$ に対して部分順応補正を行う。

【0083】図14の処理ルーチンでは、ステップS805からステップS806に進んで、このように図15のステップS284で算出された錐状体応答値 $L_w M_w S_w$ を用いて、ステップS805で正規化された錐状体応答値に対して色順応補正を行い、さらにステップS807に進んで、その色順応補正後の錐状体応答値をCIE1931のXYZ色度座標に変換する。

【0084】その後、ステップS808に進んで、そのXYZ色度データを、ホワイトポイントD50データを用いて、デバイス・インディペンデントな画像データ $L^* a^* b^*$ に変換する。

【0085】次に、ステップS809に進んで、nを1だけインクリメントし、次に、ステップS810に進んで、nが729より大きいのかを判断し、nが729以下であると判断したときには、ステップS802に戻って、ステップS802～S809を繰り返す。

【0086】ステップS810でnが729より大きいと判断したときには、次に、ステップS811に進んで、それまでに求めた729個の色データを、図16に示すような3次元LUTに格納し、次に、ステップS812に進んで、その3次元LUTからの色データにより、入力画像データを変換する。

【0087】3次元LUTのアドレスはLab色空間上の位置を示し、入力画像データが、その格子点の間の値をとる場合には、格子点の内分点として捉えられて、周囲8点の格子点の出力値の荷重和として与えられる。

【0088】なお、ここでは色順応モデルとしてHuntモデル（参考文献：R. W. HUNT MEASURING COLOUR Second Edition ELLIS HORWOOD）を参考にしているが、他の色順応モデル（例えば、Nayataniモデル（参考文献：大田登 色彩工学、東京電機大学出版局）など）であってもよい。

【0089】〔実施例3〕実施例3では、色順応補正工程50で、色順応補正LUTによって補正係数を求め、色順応変換工程80で、実施例2と同様に3次元LUTと補間によって画像データを変換する。ただし、色順応補正LUTとして、実施例1では8色分のLUTを用いるのに対して、実施例3では125（ $5 \times 5 \times 5$ ）色分のLUTを用いる。

【0090】図17は、実施例3の色順応補正および色順応変換の処理ルーチンを示し、ステップS81～S84は、上記のように色順応補正LUTとして125色分のLUTを用いる点を除いて、図11に示した実施例1のそれと同じであり、以後のステップS811およびS812は、色データが125個となる点を除いて、図14に示した実施例2のそれと同じである。

【0091】〔実施例4〕実施例4では、色順応補正工程50で、色順応モデルと最小二乗法によって補正係数を求め、色順応変換工程80で、実施例1と同様に $3 \times 8$ マトリックス変換によって画像データを変換する。

【0092】ただし、色順応補正工程50の色順応補正本工程51で用いる色順応モデルは、実施例2では729色分の色度を算出するのに対して、実施例4では8色分の色度を算出する。

【0093】図18は、実施例4の色順応補正および色順応変換の処理ルーチンを示し、ステップS801～S810は、上記のように色順応モデルが8色分の色度を算出する点を除いて、図14に示した実施例2のそれと同じであり、以後のステップS85およびS86は、図11に示した実施例1のそれと同じである。

【0094】〔第2の実施形態〕上述した第1の実施形態は、図3に示したように、環境光情報補正工程40が、色順応補正工程50とコントラスト補正工程60とからなり、画像データ変換工程70が、色順応変換工程80、コントラスト変換工程90、照度対応変換工程100、設置環境光対応表示用変換工程110および表示用変換工程120からなる場合である。

【0095】これに対して、図19に示すように、環境光情報補正工程40を、色順応補正工程50、コントラスト補正工程60、照度対応補正工程43、環境光対応表示用補正工程44、表示用補正工程45および色変換係数合成工程46からなり、あらかじめ選んだ、例えば729個の色データに対して、必要な補正をすべて行って、色変換係数を算出するものとする事ができる。

【0096】すなわち、色順応補正工程50では、色の

見えを補正するL a b色空間上での色変換係数を、コントラスト補正工程60では、コントラストを補正するL a b色空間上での色変換係数を、それぞれ算出する。また、照度対応補正工程43は、あらかじめ用意された、彩度を補正するための色変換係数を有するものとする。

【0097】設置環境光対応表示用補正工程44では、ディスプレイ固有の色空間への変換に際して設置環境光の影響を補正するような色変換係数を決定する。表示用補正工程45は、あらかじめ用意された、ディスプレイ固有の色空間に変換するための色変換係数を有するものとする。

【0098】そして、色変換係数合成工程46において、色順応補正工程50、コントラスト補正工程60、照度対応補正工程43、設置環境光対応表示用補正工程44および表示用補正工程45から得られた各色変換係数を合成し、その合成後の色変換係数によって、画像データ変換工程70において、環境光情報補正工程40で算出された色変換係数を3次元L U Tの格子点に格納して、入力画像データを均等色空間からディスプレイ固有の色空間に変換する。

【0099】この第2の実施形態によれば、上述した実施例1~4を含む図3に示した第1の実施形態に比べて、色順応補正とコントラスト補正だけに限らず、色の見えに関する補正、およびデバイス特性に関する補正を含む、ディスプレイに表示するまでに必要なすべての補正を環境光情報補正工程40において行うので、変換工程の負担を軽減することができる。

【0100】

【発明の効果】上述したように、この発明によれば、ディスプレイが設置されている環境が、一般の制限されない照明条件下にあっても、またハードコピーが観察されると予測される環境が、いかなる照明条件下にあっても、ディスプレイ画像の色を、観察されると予測された環境下で実際に観察されるハードコピー画像の色に印象が一致するように、ハードコピー画像の色の見えをディスプレイ上でシミュレートすることができる。また、ディスプレイの設置環境下で、ディスプレイ画像とハードコピー画像を同時に見比べる場合でも、両者の見た目の印象を合わせることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明のカラー画像処理方法を実現するカラー画像処理システムの一例を示すブロック図である。

【図2】この発明のカラー画像処理方法を示す工程図である。

【図3】この発明のカラー画像処理方法の第1の実施形態を示す工程図である。

【図4】環境光の説明に供する図である。

【図5】不完全順応の説明に供する図である。

【図6】第1の実施形態の画像処理ルーチンの一例を示す図である。

【図7】第1の実施形態の画像処理ルーチンの他の例を示す図である。

【図8】実施例1の色順応補正工程を示す図である。

【図9】実施例1の色順応補正工程の説明に供する図である。

【図10】実施例1の色順応補正工程の説明に供する図である。

【図11】実施例1の色順応補正および色順応変換の処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図12】実施例1のコントラスト補正およびコントラスト変換の処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図13】実施例1の設置環境光対応表示用変換および表示用変換の処理を示す図である。

【図14】実施例2の色順応補正および色順応変換の処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図15】図14の説明に供する図である。

20 【図16】図14の説明に供する図である。

【図17】実施例3の色順応補正および色順応変換の処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図18】実施例4の色順応補正および色順応変換の処理ルーチンを示すフローチャートである。

【図19】この発明のカラー画像処理方法の第1の実施形態を示す工程図である。

【符号の説明】

1 カラーディスプレイ

2 センサ

30 3 入力手段

10 カラー画像処理装置

20 設置環境光情報認識工程

30 観察環境光情報認識工程

40 環境光情報補正工程

50 色順応補正工程

60 コントラスト補正工程

70 画像データ変換工程

80 色順応変換工程

90 コントラスト変換工程

40 100 照度対応変換工程

110 設置環境光対応表示用変換工程

120 表示用変換工程

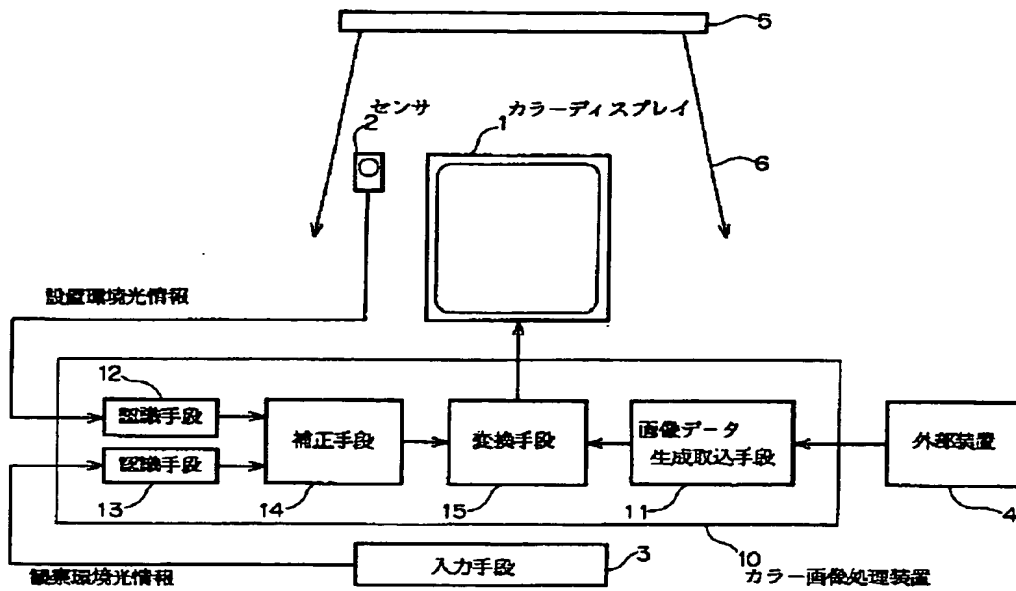
43 照度対応補正工程

44 設置環境光対応表示用補正工程

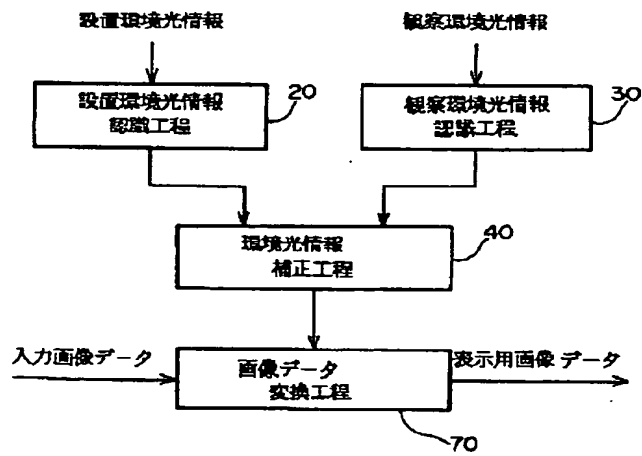
45 表示用補正工程

46 色変換係数合成工程

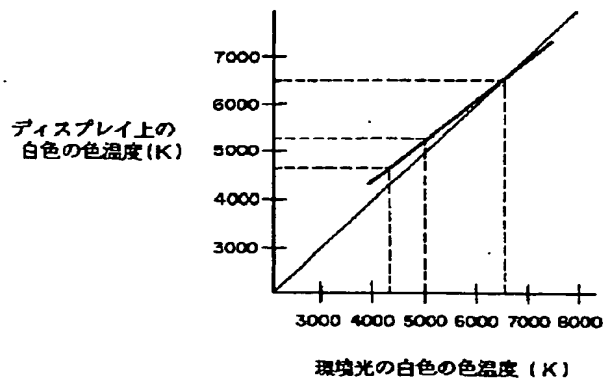
【図 1】



【図 2】

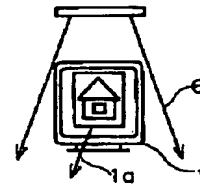


【図 5】

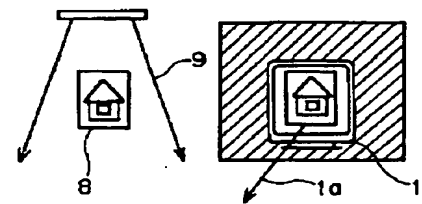


【図 4】

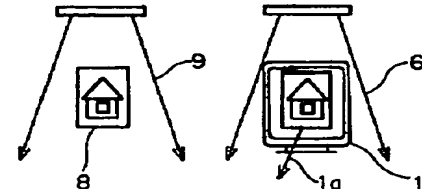
(A)



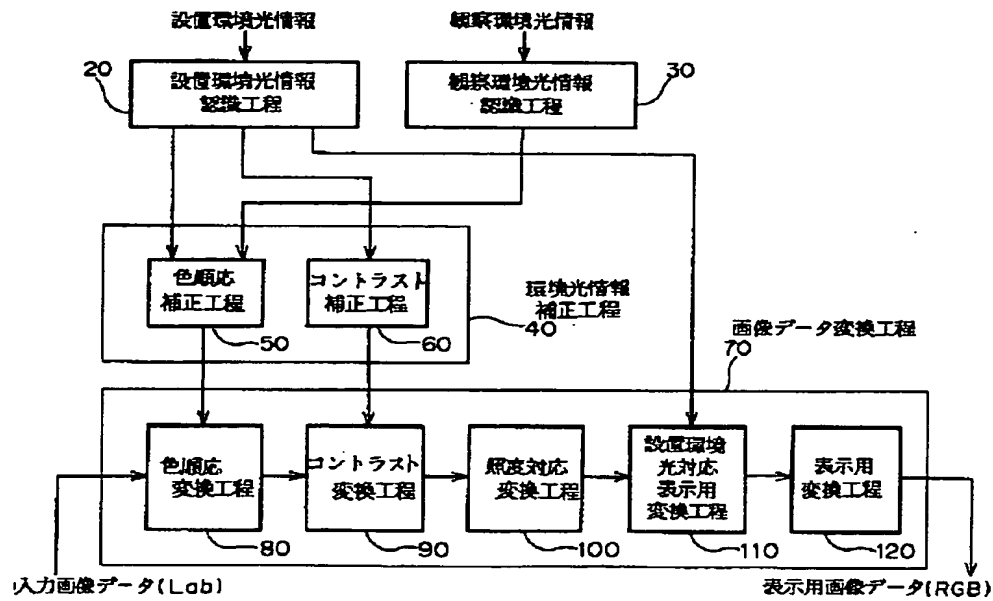
(B)



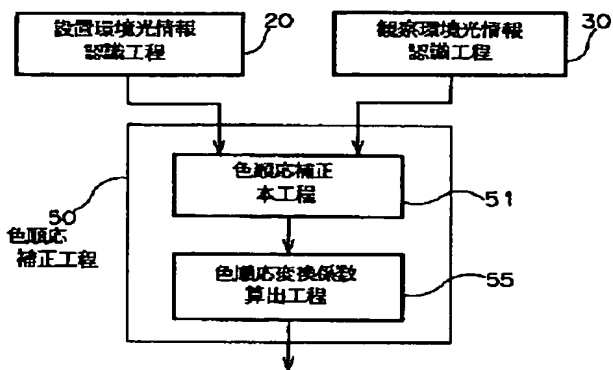
(C)



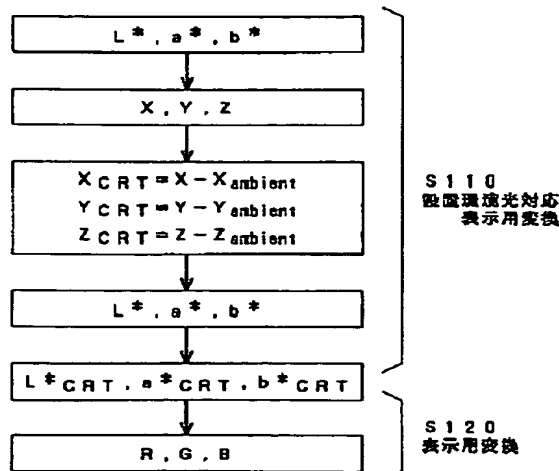
【図 3】



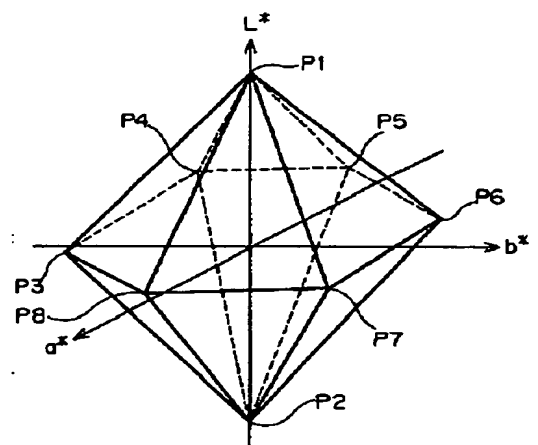
【図 8】



【図 13】

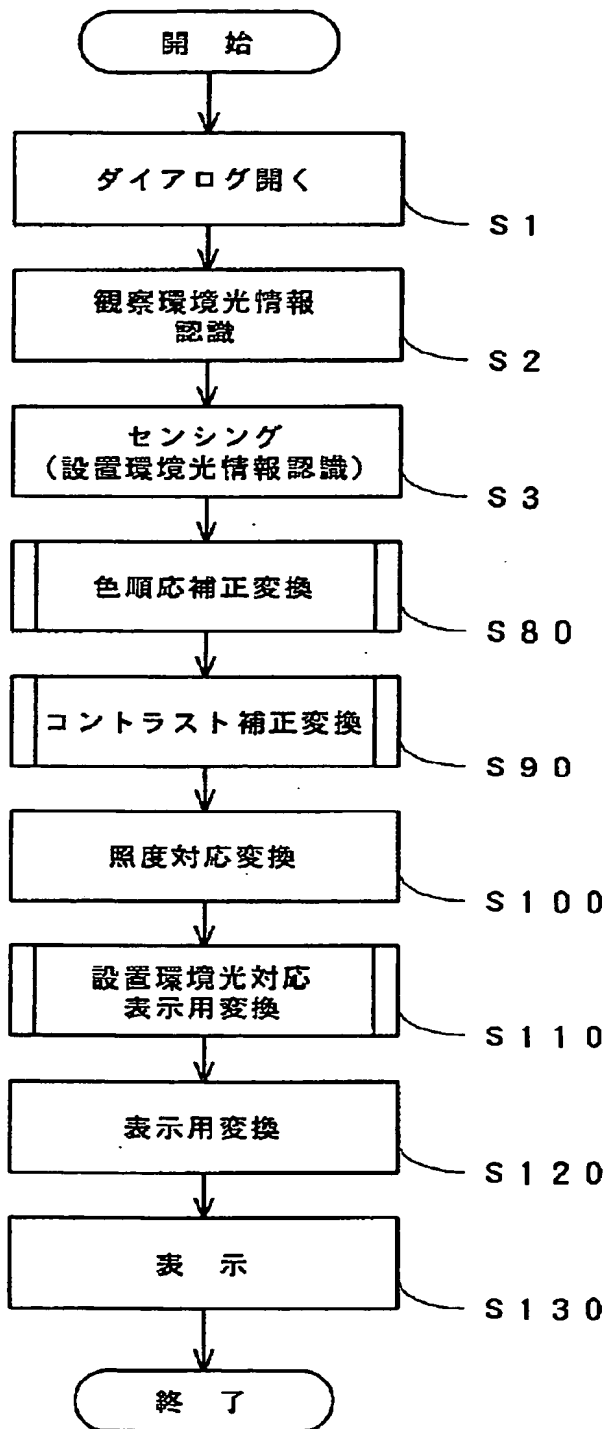


【図 9】

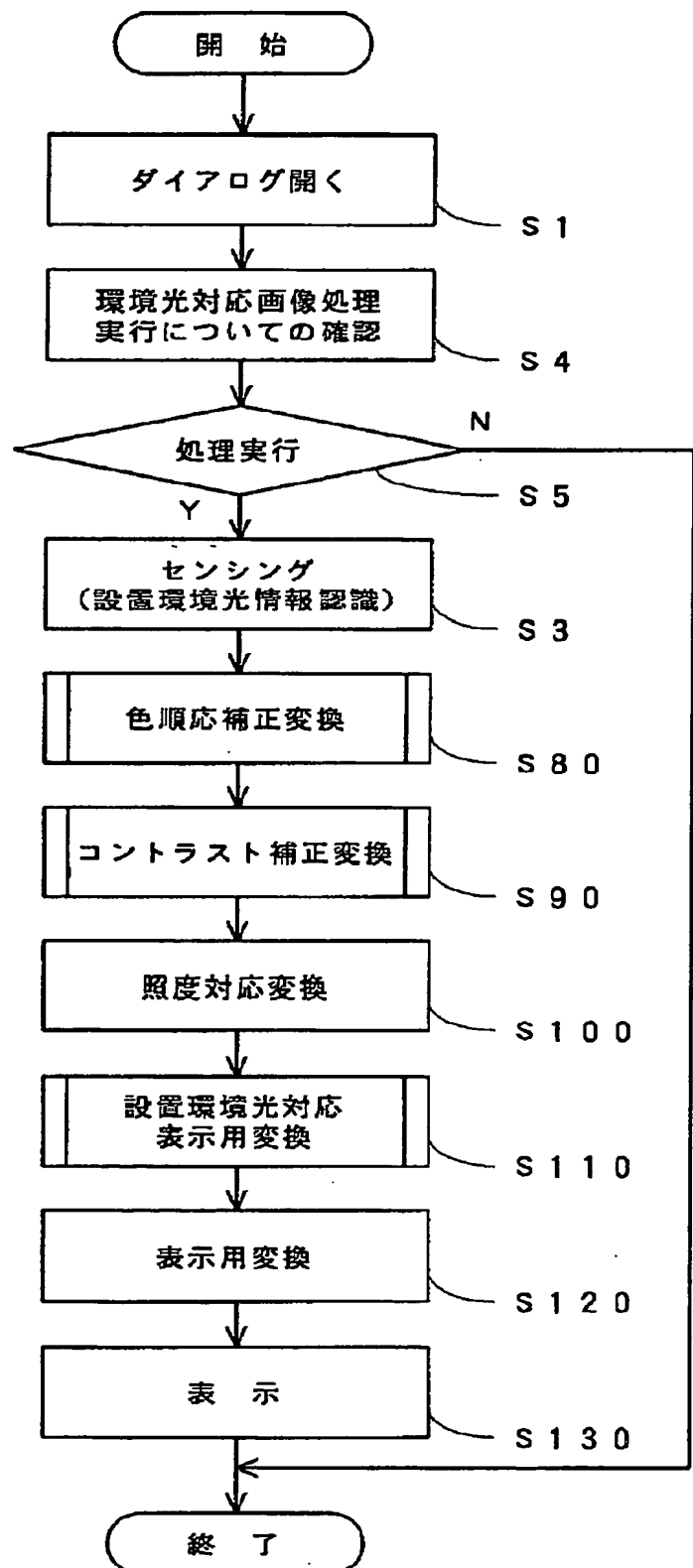




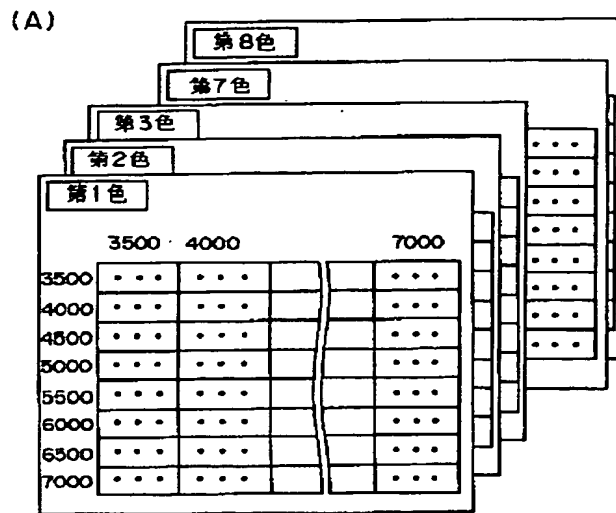
【図 6】



【図 7】



【図 10】



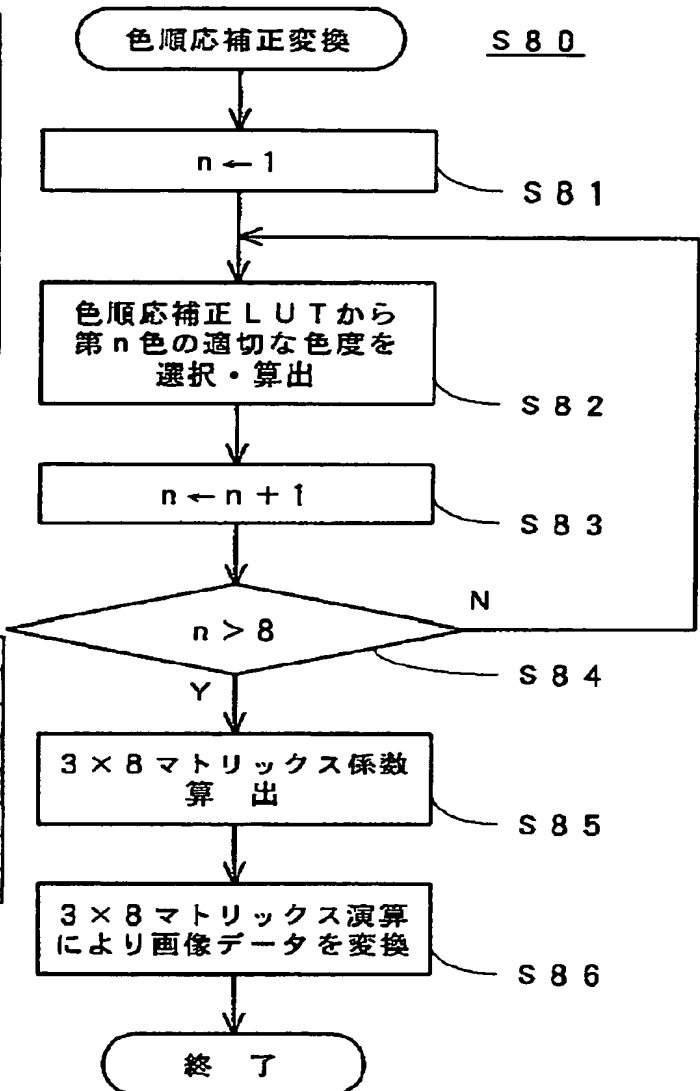
(B) 設置環境光の色温度 (K)

白色の場合

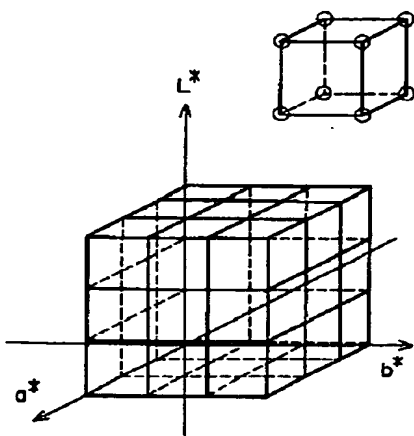
	3500	4000	7000
3500	$L_{11} a_{11} b_{11}$	$L_{21} a_{21} b_{21}$	$L_{81} a_{81} b_{81}$
4000	$L_{12} a_{12} b_{12}$	$L_{22} a_{22} b_{22}$	$L_{82} a_{82} b_{82}$
4500	$L_{13} a_{13} b_{13}$	$L_{23} a_{23} b_{23}$	$L_{83} a_{83} b_{83}$
5000	$L_{14} a_{14} b_{14}$	$L_{24} a_{24} b_{24}$	$L_{84} a_{84} b_{84}$
5500	$L_{15} a_{15} b_{15}$	$L_{25} a_{25} b_{25}$	$L_{85} a_{85} b_{85}$
6000	$L_{16} a_{16} b_{16}$	$L_{26} a_{26} b_{26}$	$L_{86} a_{86} b_{86}$
6500	$L_{17} a_{17} b_{17}$	$L_{27} a_{27} b_{27}$	$L_{87} a_{87} b_{87}$
7000	$L_{18} a_{18} b_{18}$	$L_{28} a_{28} b_{28}$	$L_{88} a_{88} b_{88}$

観察環境光の色温度 (K)

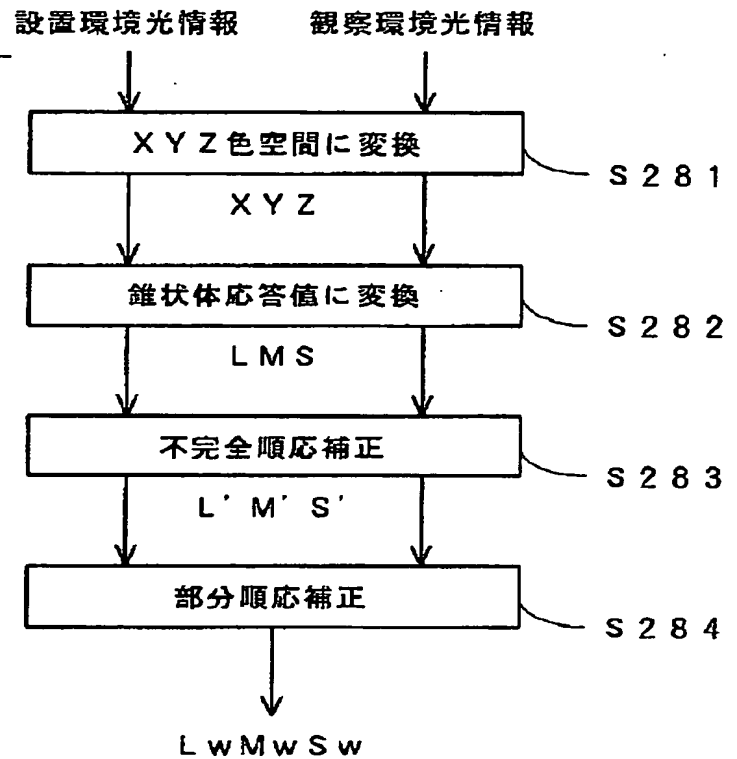
【図 11】



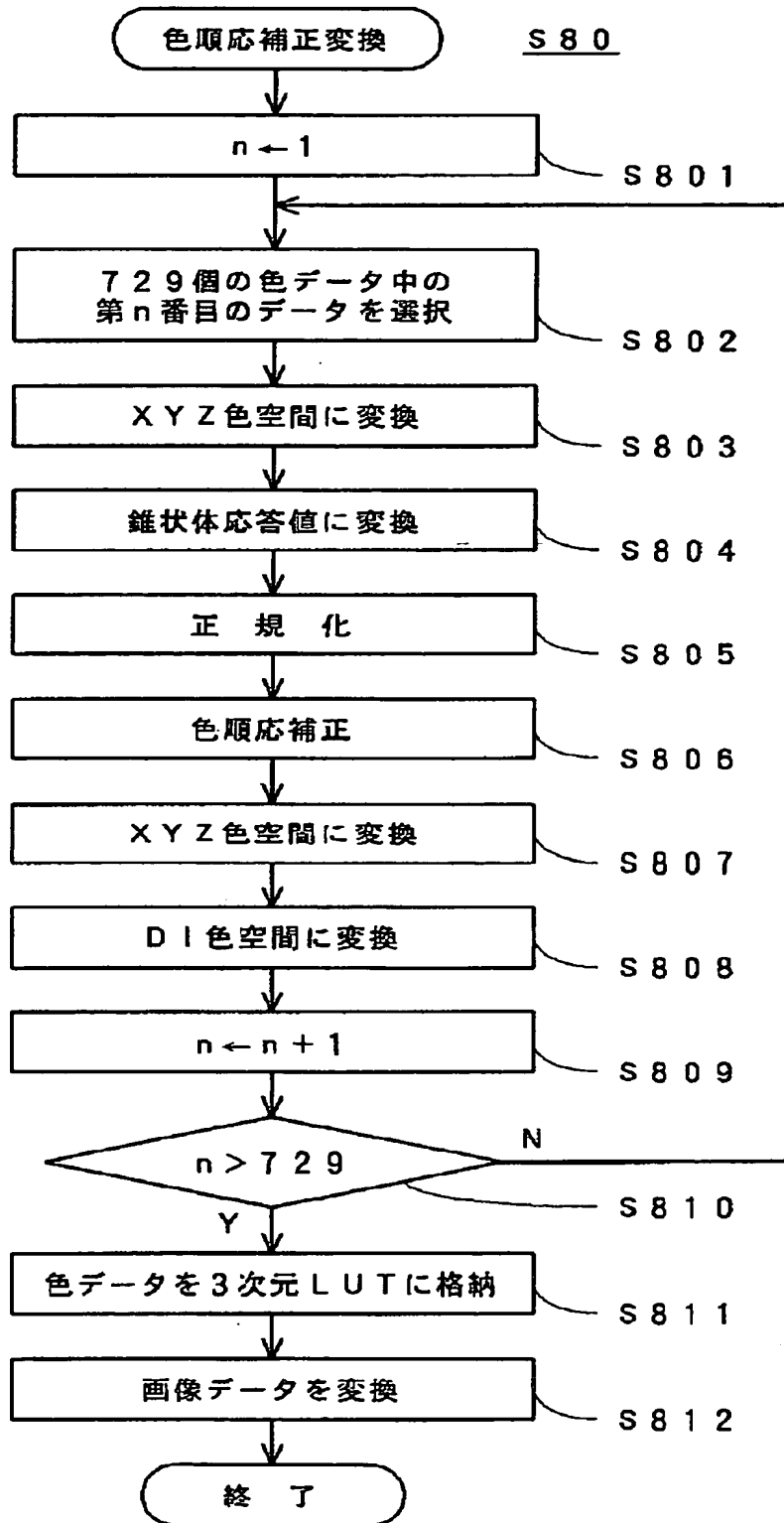
【図 16】



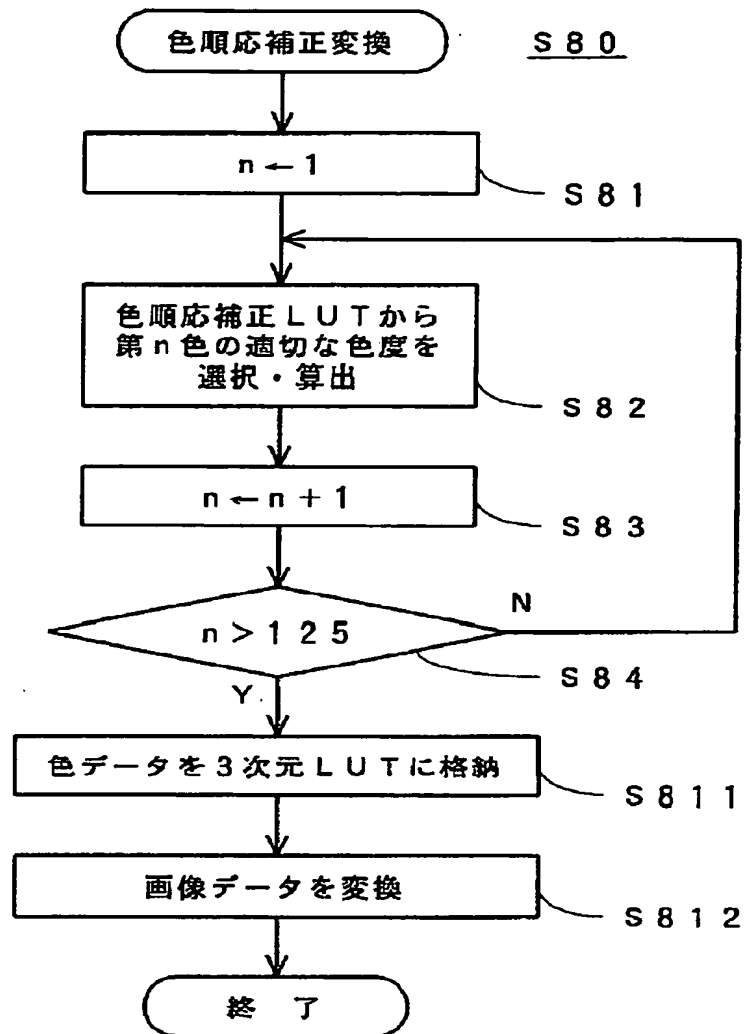
【 1 5 】



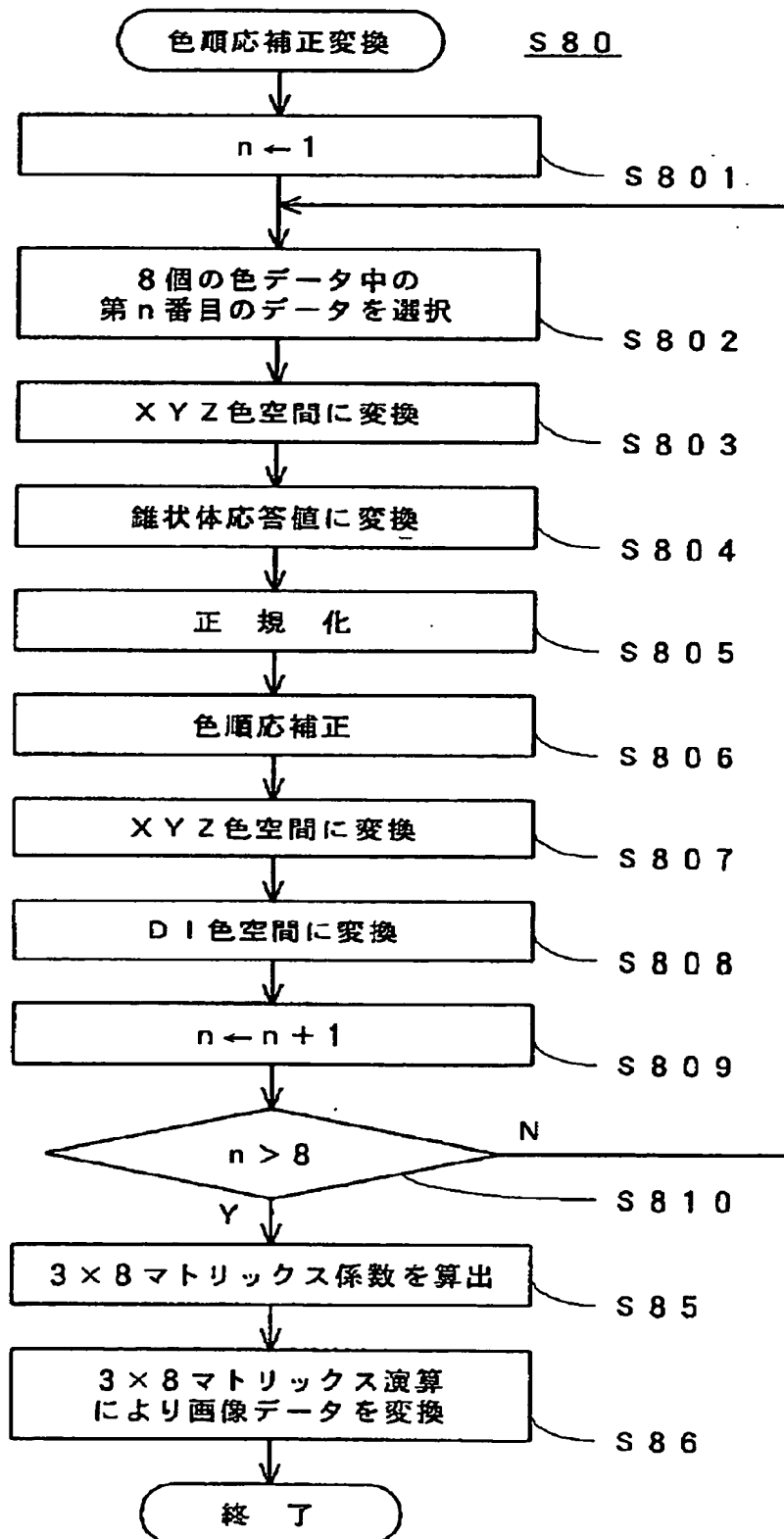
【図 1 4】



【図 1 7】



【図 18】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. <sup>6</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H04N 1/46			H04N 1/46	Z

(72) 発明者 池上 博章  
神奈川県足柄上郡中井町境 4 3 0 グリー  
ンテクノカ い 富士ゼロックス株式会  
社 内